TÜBİTAK

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Mayıs 2023 Yıl 56 Sayı 666 - 11 TL

Gıda Güvenliği

Füzyon Enerjisi

Yeşil Dijital Finans

Hızlı Genom Dizileme Teknolojisi

James Webb Uzay Teleskobu'ndan Yeni Keşifler



POSTER
Sporun Faydaları

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır."
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 56 Sayı 666
Mayıs 2023

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu
Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Evren Mutlugün
Prof. Dr. Faruk Soydugan

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
İlay Çelik Sezer

Redaksiyon
Dr. Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım-Web
Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhur

Mobil Uygulama
Selim Özden

Mali ve İdari Hizmetler
M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi
Bilim ve Toplum Başkanlığı
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı
Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth. İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

Baskı Tarihi 17.04.2023

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 11 TL

Her ayın 1'inde çıkar.



"Sporda başarılı olmak için bütün milletçe sporun niteliğini ve değerini anlamış olmak, ona kalpten sevgiyle bağlanmak ve onu vatani görev saymak gerekir. Ben Türk gençliğinin spor yaparak güçlü olmasını isterim." Mustafa Kemal Atatürk

Herkesin 19 Mayıs Atatürk'ü Anma, Gençlik ve Spor Bayramı'nı en içten dileklerimizle kutluyoruz.

Tüm insanların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri için beslenme ihtiyaçlarını ve gıda tercihlerini karşılayan yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya her daim erişimlerinin olması gerekir. Bu bağlamda sürdürülebilir gıda üretimi, gıda güvenliği ve sağlıklı beslenme konuları hayatımızda oldukça önemli yer tutuyor. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Vural Gökmen, küresel anlamda büyük önem kazanan gıda güvenliği, gıda işlenmesi sırasında ortaya çıkan gıda güvenliği risklerinin izlenmesine yönelik ileri analiz tekniklerinin ve gıda güvenliği risklerinin azaltılması ile ilgili gıda işleme teknolojilerinin geliştirilmesi konularındaki üstün nitelikli çalışmalarıyla 2022 yılı TÜBİTAK Bilim Ödülü'ne layık görüldü. Özlem Ak'ın kendisiyle yaptığı söyleşi sonrasında hazırladığı yazıda, özellikle gıda mühendisliği alanında eğitim görmek isteyen gençlerimize ilham verecek hayat öyküsünü, araştırmalarını, ayrıca gıda güvenliği ile ilgili en temel bilgileri ve en çok merak edilen soruların yanıtlarını öğreniyoruz.

Mahir Ocak, bu ayki yazısında nükleer füzyonla enerji üretimi, yani füzyon enerjisi konusunda yapılan çalışmaların sonuçlarını bizler için özetliyor. Yener Coşkun, "Yeşil Dijital Finans" başlıklı yazısında, dijital ekonominin kurallarının artık sürdürülebilirlik çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiğine işaret ediyor. İlay Çelik Sezer, hızlı genom dizileme teknolojilerinin özellikle yenidoğanlar için nasıl hayat kurtarıcı olduğu konusunu detaylıca ele alıyor. Bu ayki posterimizde fiziksel aktivitenin ve sporun faydalarını ele alıyoruz ve herkesi daha sağlıklı ve mutlu olmak için bol egzersizli, hareketli bir yaşam tarzına davet ediyoruz.

"Okyanus Bilimleri On Yılı" ile "James Webb Uzay Teleskobu Keşiflerine Hızla Devam Ediyor" başlıklı yazılarımızı; ayrıca, farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Matematik Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizdeki içerikleri de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilir; "TÜBİTAK Yayınlar" mobil uygulamasını da indirebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

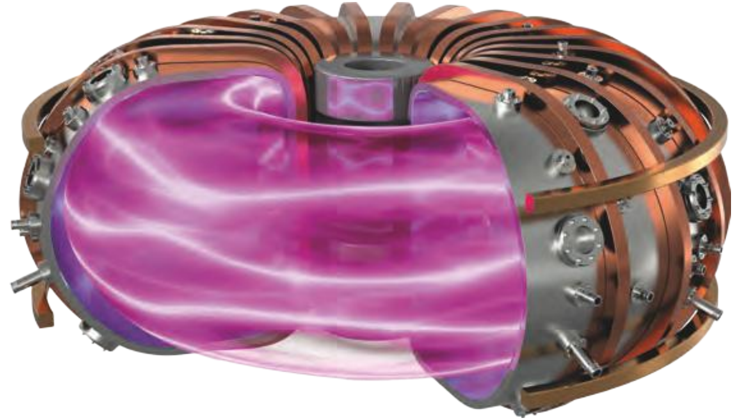
14
2022 TÜBİTAK Bilim Ödülü Gıda Güvenliği Araştırmalarıyla Prof. Dr. Vural Gökmen'e
Özlem Ak

Yeterli miktarda güvenli ve besleyici gıdaya erişim, sürdürülebilir sağlıklı bir yaşamın en önemli bileşenlerindendir. Kendisiyle yaptığımız söyleşide Prof. Dr. Vural Gökmen'den hayat öyküsünü, araştırmalarını ve gıda güvenliği ile ilgili en çok merak edilen soruların yanıtlarını öğrendik.



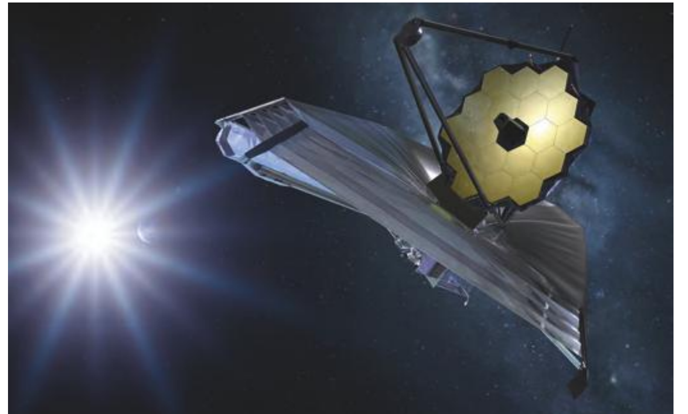
32
Füzyon Enerjisi
Mahir E. Ocak

Nükleer füzyonla enerji üretimi üzerine 1940'lardan beri araştırmalar yapılıyor. Füzyonun fisyon karşısında pek çok avantajı var. Yıldızların çekirdeğinde doğal olarak gerçekleşen bu çekirdek tepkimelerini kontrollü bir biçimde meydana getirerek enerji elde etmek oldukça zor. Henüz füzyon santralleri kurmaktan çok uzak olsak da uzun yıllardır yapılan çalışmalar sonuç vermeye başladı.



44
James Webb Uzay Teleskobu Keşiflerine Hızla Devam Ediyor!
Özlem Kılıç Ekici

12 Temmuz 2022 itibarıyla JWST'nin bilimsel gözlemleri resmen başladı. Her geçen gün erken evrene dair yepyeni bilgiler tüm dünyayla paylaşılıyor. JWST'nin yaklaşık 20 yıl boyunca uzaydaki bilimsel görevine devam etmesi ve astronomiye çok büyük katkılar sunması bekleniyor. Elde edilen tüm görüntüler ve veriler evrenin henüz keşfedemediğimiz bilinmeyen yönlerini bize birer birer göstermeye devam ediyor.



4
Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!
Özlem Ak

6
Haberler

29
Yüksek Çözünürlüklü Görüntüleme Uydumuz İMECE Uzaya Fırlatıldı
Özlem Kılıç Ekici

30
Bilim Çizgi
İbnü'l-Heysem
Sinancan Kara

40
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

54
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

56
Yeşil Dijital Finans
Yener Coşkun

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ilkeleri çerçevesinde, artık çevresel, sosyal ve yönetişimsel sürdürülebilirliği desteklemeyen herhangi bir faaliyet bir yönü eksik olarak kabul ediliyor. Bu durum, dijital ekonominin kurallarının da sürdürülebilirlik çerçevesinde ele alınması gerektiğine işaret ediyor.

61
Dünyanın ilk SİHA gemisi TCG ANADOLU
Özlem Kılıç Ekici

62
Yiyeceklerde ve Sudaki Cıvayı Tespit Edebilen Robot El Geliştirildi
Tuncay Baydemir

Zararlı bir kimyasal kirletici olan cıva iyonlarını hızlı ve tek adımlı bir şekilde tespit ve tayin edebilen, hızlı ve kendi kendine çalışabilir bir triboelektrik nanosensörü geliştirildiği bildirildi.

64
Hızlı Genom Dizileme Teknolojileri Yenidoğanlarda Hayat Kurtarabilir
İlay Çelik Sezer

Önce DNA dizileme, ardından da tüm genom dizileme teknolojilerinin giderek gelişmesi ve hızlanması, hem yaşam ve tıp bilimlerinde hem de biyoteknolojide çığır açacak gelişmelere neden oldu. Özellikle yenidoğanlarda acil tanının kritik öneme sahip olduğu hastalıkların erken teşhisini sağlayarak hayat kurtarıcı olabileceği gösterildi.

70
Gözenekli Ahşap Malzemeler Sentetik Yapı Malzemelerinin Yerini Alabilir
Tuncay Baydemir

72
Okyanus Bilimleri On Yılı
Sinan Yirmibeşoğlu,
Burcu Özsoy

UNESCO okyanusları korumanın önemiyle ilgili dünya genelinde farkındalık oluşturabilmek için 2021-2030 yıllarını Okyanus Bilimleri On Yılı ilan etti. Bu bağlamda, 5 Kasım 2017'de "Sürdürülebilir Kalkınma için Okyanus Bilimleri On Yılı" bilimsel eylem amaçları hazırlandı.

78
Bilim Tarihinden Notlar: Işığın Dalga Modeli
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Fauna: Parfüm Ağacı Ylang Ylang
Bülent Gözcelioğlu

84
Gökyüzü: Gök Biliminde Amatör ve Profesyonellerin İş Birliği
Faruk Soydugan

88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

93
Ayın Sorusu
(*Matematik*)
Azer Kerimov

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
İlay Çelik Sezer

EK – POSTER
Sporun Faydaları
Özlem Kılıç Ekici,
Ayşe Dilara Cumhur



Dergimize "Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.

Dergimizin elektronik dergi arşivi "services.tubitak.gov.tr/edergi" internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

 Bilim ve Teknik

 tubitakbiltek

 tubitakbilimteknik

 TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm*

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:

bteknik@tubitak.gov.tr

Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.

"Derginize minnettarım"



Merhaba,

Sizlere bu satırları yazarken derginizi severek takip ettiğimi ve bana yıllardır pek çok şey kattığını belirtmek istiyorum. Derginiz sayesinde yeni keşifler, buluşlar ve teknolojik gelişmeler hakkında düzenli olarak bilgi edinebiliyorum. Bu da bilimsel ve teknolojik gelişmeleri daha iyi anlamama ve takip etmeme yardımcı oluyor. Aynı zamanda her okuyuşumda bilim ve teknoloji dünyasının ne kadar karmaşık olduğunu bir kez daha hissediyorum. Bu nedenle, derginize minnettarım ve sizlere teşekkür etmek istiyorum.

Sizler sayesinde bilim ve teknoloji hakkında her geçen gün daha çok şey öğrenerek hayatıma değer katıyorum. Derginizin yayın hayatına devam etmesini diliyorum.

İyi ki varsınız.
Saygılarımla,

Mervan SEYDA

"Bilim ve Teknik bilimi sevmemde rol oynadı"



Merhaba,

1981-1987 yılları arasında, ortaokul ve lisede okuduğum aylık Bilim ve Teknik dergisi hem bilime ilgime hem günlük hayatıma hem de kariyerime çok yararlı oldu. Mühendislik okudum, sınıf öğretmeniyim ve aynı zamanda STEM eğitmeniyim. Okulumda STEM sınıfı açtım, birçok seviyede yaklaşık 60 öğrenciye bilim ve teknoloji eğitimleri verdim. Bu yolda devam edeceğim.

Meryem EĞRİOĞLU

“*Bilim ve Teknik* ile bütünleşmek”



Merhaba,

Ben Namık Kemal Üniversitesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü 4. sınıf öğrencisiyim. Bilim ve Teknik ile tanışmam yıllar önce lise çağlarında olmuştu. O zaman biraz depresif, yalnız ve hüzünlü bir zaman geçiriyordum. Okulun kitaplığından bulduğum *Bilim ve Teknik* dergisinin sayıları ile bütün lise hayatımı tamamlamaya çalışmıştım. O zamanlar sınıf arkadaşlarım sohbet ederken ben sınıfın en arka köşesinde Bilim ve Teknik'i okumayı tercih ediyordum. Çünkü dergi bilmediğim ve ilginç birçok bilgiyi içeriyordu. O zamanlar Bilim ve Teknik ile bütünleştiğim dönemlerdi. Üniversite zamanlarında da alıp okumaya çalıştım elimden geldiğince. Mart ayı sayısı ise beni derinden etkiledi. Mesleğim dolayısıyla deprem bölgesine ben de gidip yardımda bulunmuştum. Bildiğiniz üzere halkımız kendisini afetlere karşı önlenemez bir çaresizliğe sahipmiş gibi düşünüyor. Ama ben böyle düşünmüyorum. Doğal afetler tabii ki önlenemez ama tedbirler alınarak riskler azaltılabilir. Bilimin ışığında ilerleyerek bunu yapabiliriz ancak. *Bilim ve Teknik* ise bu konuda oldukça özverili davranıyor.

Dergide emeği geçen tüm *Bilim ve Teknik* ailesine teşekkür ederim. Daha fazla okurun ve öğrencilerin sizi keşfetmesi ve sevmesi dileğiyle...

Şeyma Nur YILDIZ

“Bu dergi bir doktor da yetiştirdi”



Merhaba,

Nesiller büyüten bu dergi beni de büyüttü ve şimdi de bir doktor yetiştiriyor.
Her ayın 1'ini iple çekmemi sağlayan; sayfalarını heyecanla karıştırdığım; kimi zaman bir solukta, bazen de 1 ay boyunca elimden düşmesine kıyamayıp azar azar okuduğum başucu kitabım, dergim. Çevremde gördüğüm şeylerin her ay okuduğum dergiler sayesinde küçük yaşta farkına varabiliyor olmak; keşfetmenin sonunun olmadığını, okuyanın bildiğini, bilginin de güç olduğunun bilincinde büyümek müthiş bir şeydi benim için. Ayın sorusu üzerinde günler hatta bazen aylarca düşünmek de vardı, koleksiyon yapılan eski dergileri her yılın sonunda tekrar ortaya dökmek de bu macerada...

Bilim Çocuk, *Bilim ve Teknik* ve bu yayınları tanımamda ilham olanlar... Nice nice yıllara!

Büşra BEŞİKÇİ
Çorum

“Derslerim daha heyecanlı geçiyor”



Merhaba,

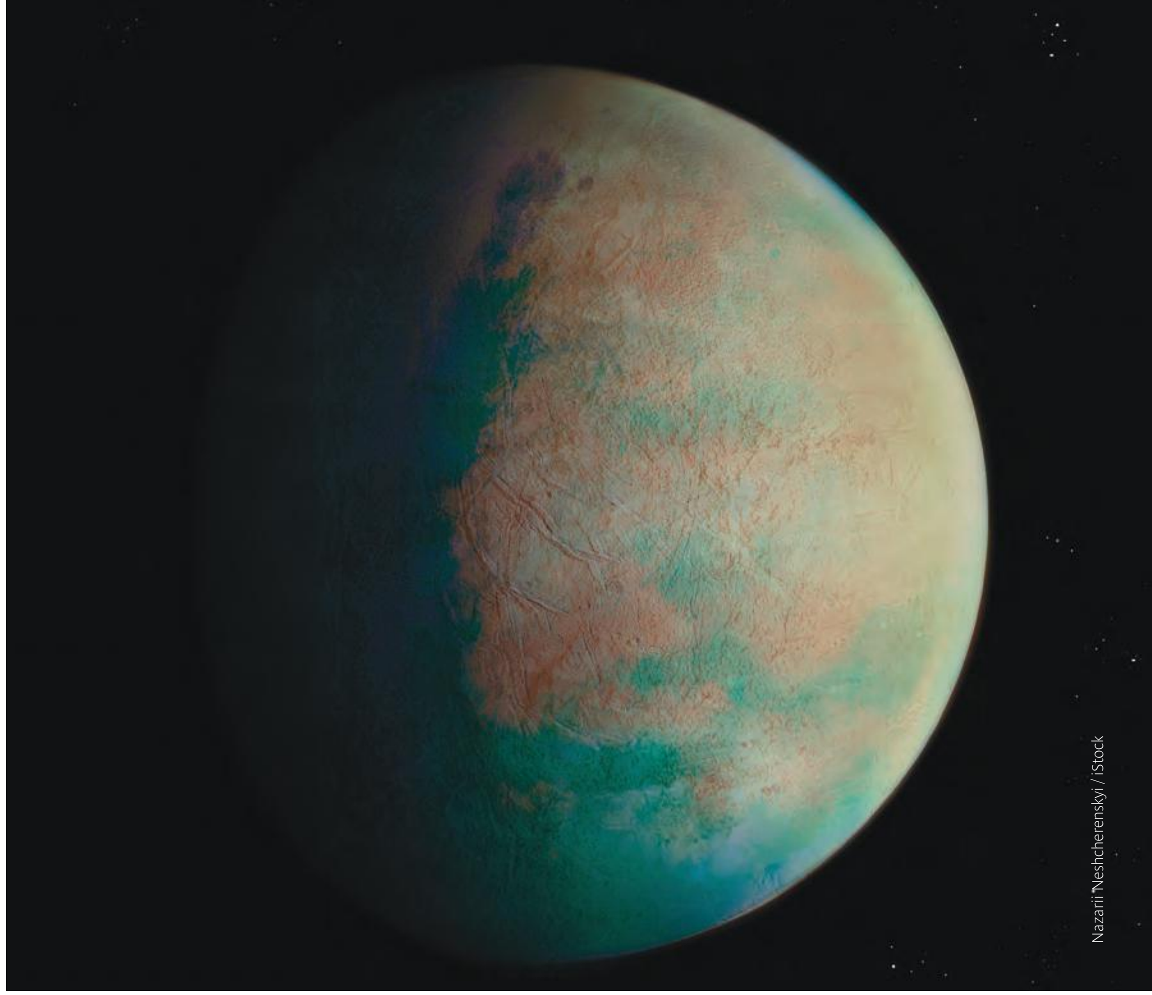
Teknoloji Tasarım ve Zekâ Oyunları dersi öğretmeni olarak Bilim ve Teknik, Bilim Çocuk ve Meraklı Minik dergilerinizi derslerimde kullanıyorum. Düşünme Kulesi bölümündeki sorularla Zekâ Oyunları dersini işliyorum. Soruları çözen öğrencilere dergilerin eklerinde verdiğiniz çıkartma ve posterleri hediye olarak veriyorum. Böylece dersim daha heyecanlı geçiyor. Haberler, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Kodlama Kampı, Satranç ve Yayın Dünyası gibi bölümleri dikkatle takip ediyor, öğrencileri bilgilendiriyorum. Öğrencilerin erken yaşlarda sizin gibi kaliteli yayınlarla tanışmasına yardımcı oluyorum.

Emeklerinize sağlık.

Osman Murat TAŞ,
Teknoloji ve Tasarım Öğretmeni, Mersin

Mars ile Jüpiter Arasında Bir "Süper Dünya" Olsaydı…

Mahir E. Ocak



Güneş sisteminin yapısı incelendiğinde iki "eksiklik" dikkat çeker. Birincisi en küçük gaz devi olan Neptün'ün kütlesi Dünya'nınkinin yaklaşık 17 katıdır. Pek çok gezegen sisteminde süper dünyalar olarak adlandırılan; kütlesi Dünya'nınkinden büyük, Neptün'ünkinden küçük kayaç gezegenler bulunur. Güneş sisteminde ise bir süper dünya yoktur. İkincisi, Mars'ın ve Jüpiter'in yörüngelerinin arasında kalan bölgede çok büyük bir boşluk dikkat çeker. Bu kadar büyük bir bölgede bir gezegen olmaması ilk bakışta şaşırtıcı gelir.

Riverside'daki California Üniversitesinden Stephan Kane, bilgisayar benzetimleri yaparak Mars ile Jüpiter arasında kalan bölgede bir süper dünya olması durumunda Güneş sisteminde meydana gelebilecek değişimleri incelemiş. *The Planetary Science Journal*'da yayımlanan sonuçlar, böyle bir gezegenin varlığının Dünya'daki yaşamın sonu anlamına gelebileceğini gösteriyor.

Jüpiter'in kütlesi Güneş sistemindeki diğer tüm gezegenlerin toplamından daha büyüktür. Bu devasa kütlenin diğer gezegenler üzerinde önemli bir etkisi vardır. Jüpiter'in yörüngesindeki ufak değişimler bile diğer gezegenlerin yörüngelerinde önemli sapmalara neden olur.

Araştırmacıların elde ettiği sonuçlara göre Mars ile Jüpiter arasında bir süper dünya olsaydı, bu gök cisminin Jüpiter üzerindeki ufak etkisi bütün Güneş sistemini kararsızlaştırabilirdi. Böyle bir gezegen Dünya'nın yörüngesinin şeklini belirgin biçimde değiştirebilirdi. Bu durum Dünya'nın yaşanabilirliğini önemli ölçüde etkileyebilir ve Dünya'daki yaşamın tamamen yok olmasına neden olabilirdi. Gezegenin kütlesine ve konumuna bağlı olarak Merkür, Venüs ve hatta Dünya bile Güneş sisteminden dışarı atılabilirdi. Ayrıca Uranüs ve Neptün'ün yörüngeleri de kararsızlaşabilir ve bu gezegenler de dış uzaya doğru itilebilirdi. ■

Deniz Suyundan Hidrojen Üretimi

Mahir E. Ocak

Çevreyi kirletmeyen temiz enerji kaynakları arasında öne çıkan alternatiflerden biri de hidrojen gazı. Hidrojen oksijenle tepkimeye girerek yandığında hem yüksek miktarda enerji ortaya çıkıyor hem de ortaya çıkan ürün çevreye zararsız su molekülleri oluyor. Ancak hidrojen tüketimi çevreye zarar vermese de günümüzde üretilen hidrojen gazının ana kaynağı fosil yakıtlar. Bu durum, hidrojen gazı üretimi sırasında atmosfere yüksek miktarda karbondioksit gazı salınmasına ve dolayısıyla küresel ısınmaya neden oluyor.

Hidrojen gazı üretmenin yollarından biri de suyu bileşenlerine ayırmak. Ancak günümüzde kullanılan yöntemlerin tamamı hem karmaşık hem çok masraflı. Hidrojenin tam anlamıyla çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olabilmesi için hem üretimi sırasında çevreye zarar verilmemesi hem de kıymetli tatlı su kaynaklarının tüketilmemesi gerekiyor. Deniz suyundan hidrojen gazı elde etmek mümkün. Örneğin elektrolizle deniz suyundaki su molekülleri bileşenlerine ayrıştırılabiliyor. Ancak deniz suları saf değil. Başka bir deyişle sadece su değil başka maddeler de içeriyor. Dolayısıyla deniz suyu elektroliz edildiğinde ortaya sadece hidrojen ve oksijen gazları değil çeşitli yan ürünler de çıkıyor. Bu yan ürünlerin en sorunlu olanlarından biri de zehirli klor gazı.

Avustralya'daki Melbourne Kraliyet Teknoloji Enstitüsünden bir grup araştırmacı, deniz suyunun doğrudan elektroliz edilmesinde kullanılabilen yeni bir katalizör bulduklarını açıkladı. Prof. Dr. Nasir Mahmood önderliğinde yapılan araştırmalar sonucunda geliştirilen katalizör, deniz suyunun oda sıcaklığında düşük enerjiyle elektroliz edilmesine imkân veriyor. Üstelik deniz suyunun arıtılması gerekmiyor ve yan ürün olarak zehirli klor gazı ortaya çıkmıyor. Çalışmanın sonuçlarını *Small*'da yayımlayan araştırma ekibi, yeni yöntemin büyük ölçekte hidrojen gazı üretimine uygun olduğunu belirtiliyorlar. Ayrıca yeni yöntemle hidrojen gazı üretmenin maliyetinin fosil yakıtlardan hidrojen gazı üretimine yakın olduğu da söyleniyor. ■



audioundwerbung / iStock

Yapay Deriler Yakındaki Nesneleri Dokunmadan Algılayabiliyor

Tuncay Baydemir

Yapay deri alanındaki gelişmeler; akıllı robotlar, insan-makine arayüzleri ve sanal/artırılmış gerçeklik gibi teknolojileri çok yakından ilgilendiriyor. Güncel çalışmalar sayesinde yapay deriler ile sıcaklık, basınç/kuvvet, nem ve yüzey özellikleri gibi çeşitli çevresel parametreleri dijital sinyallere dönüştürerek doğal deri ile aynı seviyelerde algılamak mümkün hâle getirildi.

İşlevsellik açısından yapay deri teknolojisinin doğal deriyi taklit etmenin ötesinde işler yapabilmesi isteniyor.

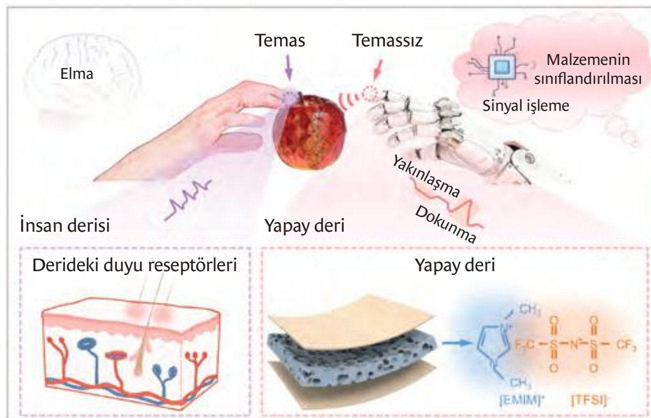
Singapur Nanyang Teknoloji Üniversitesinden bir grup araştırmacı tarafından *Small* dergisinde yayımlanan çalışma ile elde edilen yapay derinin, nesnelere temas etmesine gerek kalmaksızın belirli bir yakınlıktaki nesneleri algıladığı ve onların metal, plastik ya da biyolojik bir malzemeden

mi oluştuklarını ayırt edebildiği bildirildi. Araştırmacılar geliştirdikleri yapay derinin bilinen özelliklerin yanında daha üstün olmasını hedeflediler. Bunun için deriyi iyon aşılanmış bir süngerimsi yapının etrafındaki iki elektrot katmanı ile geliştirdiler. Yapay deri; elektrot işlevi gören, nikel kaplı, iki dış iletken kumaş katmanından oluşuyor ve bu katmanlar elektrik iletkenliğini sağlamak için iyonik sıvıya batırılmış gözenekli yapıdaki süngeri kaplıyor.

Elde edilen yapının standart olanlardan çok daha hassas olduğunu belirten araştırmacılar, bu sayede yapay derinin elektrik alanındaki çok küçük değişimleri bile algılayabildiğini bildirdi. Bu sayede yapay deri ile hem mesafe algılama hem de yakındaki malzemenin ne olduğunun tespit edilmesi mümkün hâle geldi.

Yapay deri ile denemeler gerçekleştiren araştırma ekibi; belli bir mesafeye yaklaştırılan nesneleri polimer, metal veya deri olarak başarılı bir şekilde sınıflandırmayı başardı. Nesne yeterince yaklaştığında kapasitif yapının elektrik alanına giriyor ve buradaki değişiklikler eldeki verilerle karşılaştırılarak nesnenin yapı malzemesi kolaylıkla tespit edilebiliyor.

Araştırmacılara göre, bu teknolojinin makine öğrenmesi teknikleri ile entegrasyonu başarılı sonuçlar elde etmek için kritik öneme sahip. Geliştirilen yapay deri teknolojisinin akıllı robotik, elektronik deri, protezler ve artırılmış gerçeklik alanlarında çok çeşitli kullanımlar bulması bekleniyor. ■



Yapay derinin ve çalışma prensibinin şematik gösterimi

Wang, L.W. ve ark., "A Dual-Responsive Artificial Skin for Tactile and Touchless Interfaces", *Small*, 2206830, 2023.

Fare Beyin Hücreleri Kullanılarak Canlı Bir Bilgisayar Geliştirildi

Tuncay Baydemir

İnsan beyni ve sinir sistemi temel alınarak modellenen ve geliştirilen makine öğrenmesi temelli algoritmalara "sinir ağları" denir. Makine öğrenmesi ve yapay zekâ için önemli kullanıma sahip bu sinir ağları, yapay veya taklit edilmiş sinir ağları olarak da bilinir. Bu ağlar biyolojik nöronların birbirlerine sinyal verme şeklini taklit eder. Makine öğrenmesi algoritmalarına bağlı olarak kısa sürelerde gelişirler ve yaptıkları işlerdeki doğruluk ve kesinlik oranları da zamanla artar. Diğer bir ifadeyle, yapay sinir ağları veriler yardımıyla öğrenebilir, öğrenme ilerledikçe verileri çok kısa sürelerde işleyebilir ve doğru bir şekilde sınıflandırabilir. Böylece bilgisayar bilimlerinde ve yapay zekâ uygulamalarında çok önemli araçlar olarak kullanım bulurlar.

Yapay sinir ağları bilgisayarlar ve robotikle ilgili konularda yaygın olarak yer alıyor. Peki bu sinir ağlarını oluşturmak için canlı beyin hücreleri kullanılabilir mi? Bu soru, Amerikan Fizik Topluluğu (APS) tarafından Nevada Las Vegas'ta düzenlenen Mart ayı oturumunda cevap buldu. Illinois Urbana-Champaign Üniversitesinden Zhi Dou ve arkadaşları, canlı beyin hücrelerinin bu sinir ağlarının geliştirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabildiğini bildirdi

Araştırmacılar yeniden programlanmış fare kök hücrelerinden türettikleri yaklaşık 80.000 nöronla başladıkları çalışmalarında, nöronları bir optik fiberin altındaki elektrotların üzerine yerleştirdi. Böylece nöronları hem ışık hem de elektrik aracılığıyla uyarmayı sağladılar. Elektrotlar da nöronların yanıt olarak ürettikleri elektrik sinyallerini ölçmek için kullanıldı. Tüm bileşenler hücrelerin canlılığını da koruyabilecek çok küçük bir kutu içerisine yerleştirildi ve böylece bir nevi canlı bilgisayar elde edilmiş oldu.


Scrudje / Alamy

Ekip daha sonra, geliştirdikleri bu canlı bilgisayarın farklı sinyal modellerini ayırmayı başarıp başaramayacağını test etmek üzere onu eğitmeye çalıştı. Geleneksel sinir ağları bu işlemi kolaylıkla yapabiliyor. Farklı elektriksel dürtü ve ışık parlaması modelleri ile sistem eğitilirken nöronların ürettiği elektrik sinyalleri bir saat boyunca bir bilgisayar çipi ile işlendi. Bir saatlik eğitimin ardından bir süre ara verilip sonrasında 10 farklı dizide ışık ve elektriğe maruz bırakılan nöronların ne kadar iyi çalıştığına dair performans puanı hesaplandı.

F1 adı verilen sinir ağlarını değerlendirmede kullanılan bu puanlama sisteminde 0 en kötü performansı, 1 ise mükemmel örüntü tanımayı ifade ediyordu. Dou ve ekibinin geliştirdiği cihaz o kadar başarılıydı ki aldığı puanlar 0,98'e kadar çıkabildi.

Araştırmacılara göre bu çalışma, canlı bilgisayar ve robotlar geliştirmeye yönelik uzun vadeli hedeflerdeki ilk adımlar olarak değerlendirilebilir. Araştırmacılar, canlı beyin hücreleri kullanılan robotların yakın bir gelecekte çevrelerindeki çeşitli bilgileri işleyerek buna göre hareket edebileceğini belirtiyorlar. Beyin hücrelerinin kendi kendilerini yönetme ve birbirlerine bağlanma kabiliyetleri ile pek çok şekilde bilgi toplayabildiğini ekleyen araştırma ekibi; bu hücrelerin ışık ve elektriğe ek olarak basınç, kimyasallar ve manyetik alanlara da tepki verebildiğini ve böylece birçok bilgiyi tek seferde işleyebileceklerini söylüyor. On binlerce canlı beyin hücresi kullanılarak geliştirilen ve ışık/elektrik örüntülerini tanıyabilen canlı bilgisayarın ileride canlı kas dokuları ile hareket edebilen bir robota entegre edilmesinin de mümkün olabileceği öngörülüyor. Bilgi işleme için canlı sistemler kullanılmasının enerji tasarruflu sürdürülebilir cihazlar geliştirilmesine olanak tanıyacağı ve böylece geliştirilecek robotların mekanik olanlara göre çok çeşitli avantajlara sahip olacağı düşünülüyor. ■

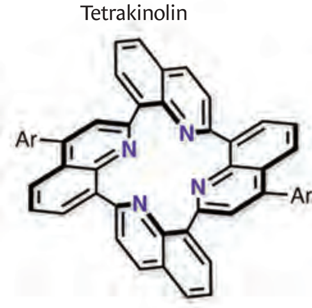
Azot İçeren Halkalı Yapıların Eksik Olan Üyesi Başarıyla Sentezlendi

Tuncay Baydemir

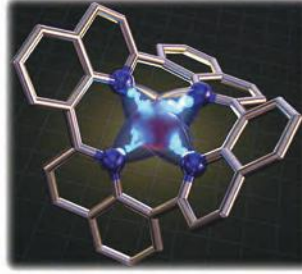
Çoklu halkalı yapıdaki azot içeren moleküller ailesine yeni bir üye daha katıldı. Japonya'daki bir grup araştırmacı tarafından elde edildiği bildirilen tetrakinolin komplekslerinin katalizörler, boyar maddeler, hassas asitlik-bazlık ölçümleri ve sensörler gibi çeşitli alanlarda kullanılması bekleniyor. Çalışmanın sonuçları *Journal of the American Chemical Society* dergisinde yayımlandı.

Moleküler tasarım mühendisleri, molekülün yapısındaki değişikliklerin onun genel özelliklerine ve işlevselliğine olan etkileri üzerine çalışmalar yapıyor. Bu sayede elde edilen farklı ve çok karmaşık moleküller farklı özellikleriyle yeni alanlarda kullanılabiliyor.

Çoklu halkalı yapıdaki azot molekülleri, birbirine bağlı daha küçük halka yapısındaki birimlerden oluşuyor. Doğada da yaygın olarak bulunan "porfirinler" bu halkalı yapılardan. Porfirinler biyolojik ve kimyasal sistemlerde kullanılan küçük, halkalı moleküller sınıfını temsil ediyor. Metallerle oluşturdukları kompleksler sayesinde çeşitli organizmalarda çok sayıda enzimin kimyasal dönüşümünde, ayrıca sinyal iletimi ve moleküler taşımada önemli rol oynuyorlar. Bu nedenle yeni moleküler işlevsellikler elde etmek amacıyla porfirin benzeri halkalı yapılar pek çok araştırmacının ilgisini çekmeye devam ediyor.



Üç boyutlu gösterim /
Tetrakinolin-Metal Katyonu



Tetrakinolin düzlemsel değil bükülmüş bir yapıya sahip olması dolayısıyla çoklu halkalı azot yapıları arasında sıra dışı olarak nitelendiriliyor.

Yapılan güncel bir çalışma ile karmaşık yapıdaki bu moleküllere bir yenisi daha eklendi. İlk kez gerçekleştirilen bu sentez sayesinde halkalı azot yapılarda eksik olan son üye de sentezlenmiş oldu. Laboratuvar ortamında farklı aşamalar ile elde edilen tetrakinolin molekülü, çoklu halkalı yapıdaki azot moleküllerinin çoğundan farklı bir üç boyutlu yapı sergiliyor. Çeşitli analiz teknikleriyle de doğrulanan bu molekülün yapısı tıpkı bir "eyer"e (binek hayvanlarının sırtına konulan, oturmaya yarayan nesne (TDK)) benziyor.

Tetrakinolin bükülmüş yapısına ve hafifçe hizalanmış azot atomlarına rağmen metal katyonları ile kararlı bileşikler oluşturdu. Araştırmacılar hücrelerde bol miktarda bulunan sodyum, potasyum, kalsiyum, demir, kobalt, paladyum ve magnezyum ile başarılı bir şekilde tetrakinolin kombinasyonları elde ettiler. Ayrıca hidrojen eklendiğinde veya çinko ile birleştirildiğinde güçlü gök mavisi renginde ışıma yapan bu moleküllerden hassas ve seçici çinko uçlar ile asitlik-baziklik seviyesini ölçen gelişmiş pH-metreler yapılması mümkün gözüküyor.

Yine yapılan çalışmalarda elde edilen tetrakinolin-demir komplekslerinin düşük yüklemelerde bile yüksek katalizleme özellikleri gösterdiği tespit edildi. Bu olumlu sonuca bağlı olarak tetrakinolin türevlerinin karbondioksit azaltma ve suyu ayrıştırma gibi önemli kimyasal süreçlerde daha fazla fayda sağlaması bekleniyor. ■

Ahşaptan Elde Edilen Renkli Malzeme Binaları Soğutmakta Kullanılabilir

İlay Çelik Sezer

Cambridge Üniversitesinden araştırmacılar ahşabın yapısında bulunan iki tür selülozdan ısıyı yansıtabilen bir malzeme geliştirdi. Farklı renklerde üretilebilen malzemenin sıcaklığı doğrudan güneş ışığı altındayken bile azalıyor. Dolayısıyla bu malzemelerin binaların bir yandan dışlarını dekore ederken bir yandan da içlerini klimaya ihtiyaç duyulmayacak şekilde serinletmek üzere kullanılabileceği düşünülüyor.

Çoğu materyal güneş ışığına maruz kaldığında morötesi, görünür ve kızılötesi dalga boylarındaki ışığı soğurarak ısınıyor. Ancak soğutma etkisi gösteren bazı malzemeler de var. Bunlar, söz konusu dalga boylarındaki ışığı soğurmak yerine yansıtıyor. Üstelik içlerindeki sıcaklığın bir kısmını da kızılötesi ışınım biçiminde atmosfere yayıyorlar. Bu tür bir malzemeye renk pigmentleri eklenmesi, normalde malzemenin soğurduğu ışık miktarını artırıyor; dolayısıyla soğutucu etkisi azalıyor. Ancak ekip, malzemenin


ivansmuk / iStock

soğutma etkisini koruyabilen kırmızı, yeşil ve mavi versiyonlarını üretmenin bir yolunu buldu. Söz konusu malzemenin temel içerikleri ise ahşapta bulunan iki çeşit selüloz.

Selülozda bulunan kimyasal bağlar, tam da soğutma etkisini sağlayabilecek kızılötesi ışımayı yapmaya uygun özellikte. Öte yandan kâğıt hamuru ya da pamuk gibi malzemelerden elde edilebilen selüloz nanokristalleri de pigment olmadan yanardöner bir renk sergiliyor. Bu etki, sabun köpüklerinin yüzeylerinde prizma renkleri sergilemesine benzer şekilde, farklı dalga boylarındaki ışığın farklı yönlerde yansıtılması sonucunda oluşuyor.

Araştırmacılar bu özellikleri birleştirmek amacıyla nanokristalleri, etil selüloz denilen malzemeden yapılmış bir tabaka üzerine yaydı. Bir selüloz türevinden yapılmış bu malzeme, yüksek düzeyde yansıtıcı özelliğe sahip. Nanokristallerin düzenlerinde ayarlamalar yapılarak üretilen filmin kırmızı, yeşil ve mavi versiyonları elde edildi. Araştırmacılar filmlerin gün ışığında çevre sıcaklığına göre ortalama olarak 3 °C daha serin olduğunu gözlemledi.

Malzemenin bu ilk versiyonu hayli ümit verici olsa da renkli tabakanın hava koşulları gibi çevresel etkilere karşı hassas olduğu, dolayısıyla malzemeyi dekoratif olarak kullanılabilir hâle getirebilmek için daha fazla bilimsel çalışma gerektiği belirtiliyor. ■

Zayıfladıktan Sonra Tekrar Kilo Almamızın Nedeni Anlaşılmış Olabilir

İlay Çelik Sezer

Pek çok insan istemli olarak kilo verdikten bir süre sonra tekrar kilo alır. Kilo verme diyetleriyle zayıflayan insanların yaklaşık yarısı verdikleri kiloyu beş yıl içinde geri alıyor. Fareler üzerinde yapılan yeni bir araştırmada bunun nedeni olabilecek bir beyin yolağı (elektriksel sinyallerin üzerinde yol aldığı sinir hücresi zinciri) keşfedildi.

Zayıflama sonrası yeniden kilo alma eğiliminin mekanizması bilinmiyor ancak bunun beynin hipotalamus bölgesindeki AgRP nöronlarıyla ilişkili olabileceği düşünülüyor. Daha önce bu nöronların açlık hissinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynadığı gösterilmişti. Massachusetts'teki (ABD) Beth Israel Deaconess Tıp Merkezinden, araştırmayı yürüten ekibin lideri Brad Lower, vücuttaki besin miktarı az olduğunda bu sinirlerin etkinleştiğini ve yoğun bir açlığa neden olduğunu belirtiyor.

Beyindeki pek çok farklı bölge, sinaps denen sinir bağlantıları yoluyla, AgRP nöronlarına sinyal gönderiyor. Bu bağlantılar zaman zaman zayıf veya güçlü olabiliyor, bu da üzerlerinden geçen sinyalin yoğunluğunu değiştiriyor. Bağlantı ne kadar güçlüyse iletilen sinyaller de o kadar güçlü oluyor.

Lowell ve ekibi kilo vermenin bu sinapslar üzerindeki etkilerini görmek için dokuz farenin beyinlerindeki ölüm sonrası etkinliği ölçtü. Bunların beşi beyinleri incelenmeye başlamadan önceki 16 saat boyunca aç bırakıldılar. Araştırmacılar sinir hücrelerini etkinleştiren optogenetik tekniği kullanarak AgRP'ye sinyal gönderdiği bilinen beyin bölgelerini uyardılar. Sonuçta, aç kalan farelerin hipotalamusundaki paraventriküler hipotalamik çekirdek (PVH) adlı kısımda, aç kalmayan farelerinkine göre daha yüksek etkinlik görüldü. Bu beyin bölgesinin metabolizma ve büyümede rol oynadığı biliniyor.

Araştırmacılar aç bırakılan farklı bir fare grubunda bu PVH nöronlarını etkisizleştirdi ve sonraki 24 saat içinde

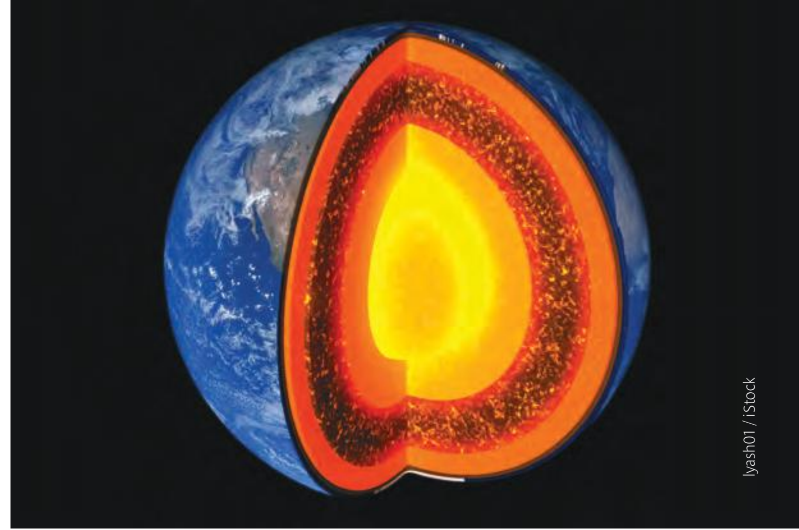

stockvisual / iStock

bu farelerin ne kadar besin tükettiğini izledi. Bu fareler söz konusu 24 saat içinde kontrol grubundaki (PVH nöronlarına müdahale edilmeyen) farelere göre ortalama olarak %33 daha az besin tüketti ve yedi günlük zaman dilimi içinde yeniden kilo almaları daha düşük düzeyde kaldı. Takiben yapılan bir dizi başka deney, fareler açlık döneminde kaybettikleri kiloları geri aldıktan sonra PVH nöronlarından gelen artmış sinyallerin normale döndüğünü gösterdi.

Tüm bu bulgular, yeniden kilo alımının PVH nöronlarından AgRP nöronlarına giden sinyallerdeki geçici artıştan kaynaklandığını düşündürüyor. Lowell hem çok düşük açlık hissinin hem de çok yüksek açlık hissinin sağlıksız olduğunu, bu sorunların ele alınabilmesi içinse açlığın nasıl işlediğinin anlaşılması gerektiğini söylüyor. Araştırmada elde edilen bulgularsa bu konuda atılmış önemli bir adım olarak kabul ediliyor. Lowell, örneğin gelecekteki tedavilerde PVH nöronlarından gelen sinyaller baskılanarak insanların zayıfladıktan sonra kilolarını korumasına yardımcı olunabileceğini düşünüyor. Ancak bunun için önce PVH nöronlarının işlevinin ve onları baskılamanın ne gibi sonuçlar doğuracağının daha iyi anlaşılması gerekiyor. ■

Dünya'nın İç Çekirdeğindeki Farklı Katmanlar

Mahir E. Ocak


Iyash01 / iStock

Yerkürenin dört katmandan oluştuğu söylenir: kabuk, manto, sıvı dış çekirdek ve katı iç çekirdek. Yaklaşık 20 yıl önce öne sürülmüş bir hipotez ise iç çekirdeğin de farklı katmanlardan oluştuğunu iddia ediyordu. Avustralya Ulusal Üniversitesinden bir grup araştırmacı, *Nature Communications*'ta yayımladıkları bir makalede, iç çekirdeğin iki ayrı katmandan oluştuğunu doğrulayan sonuçlara ulaştıklarını açıkladılar. Depremlerin ortaya çıkardığı sismik dalgalar yerkürenin içinde yol alır. Bu dalgaların yayılma hızı bir katmandan diğerine geçerken değişir. Araştırma ekibinin çalışması da yerkürenin içinde yol alan sismik dalgaların incelenmesine dayanıyor. Araştırmacılar bir deprem bölgesinden yayılmaya başlayıp Dünya'nın merkezinden geçen ve yerkürenin karşı ucundan yansıdıktan sonra tekrar başlangıç noktasına dönen sismik dalgaları incelemişler.

Sismik dalgaların genliği yerküre içinde yol aldıkça azalır. Geçmişte yapılan benzer çalışmalar sırasında ancak tek bir yansıma tespit edilebilmişti. Bu çalışmada ise araştırmacılar kendi geliştirdikleri bir yöntemle yerküreye dağılmış sismograflar tarafından toplanan sinyalleri yükseltgeyerek, beş kez yansımış dalgaları bile gözlemlemeyi başarmış. Elde edilen sonuçlar sismik dalgaların iç çekirdeğin iç kısımlarına ulaştığında, geliş açılarına bağlı olarak, hızlandığını ya da yavaşladığını gösteriyor. Bu durum iç çekirdeğin iç ve dış kısımlarının yapılarının farklı olduğu, başka bir deyişle iç çekirdeğin farklı katmanlarının olduğu anlamına geliyor. ■

Ses Dalgalarıyla Üç Boyutlu Üretim

Mahir E. Ocak

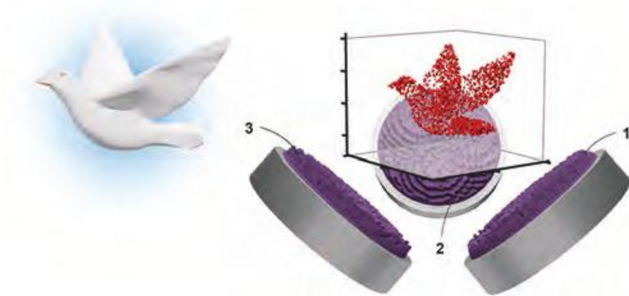
Max Planck Tıp Araştırmaları Enstitüsü ve Heidelberg Üniversitesinden bir grup araştırmacı, ses dalgalarını kullanarak sıvı ortam içindeki parçacıklardan üç boyutlu nesneler üretmeyi başardı.

Hologramların ilk akla gelen uygulaması, iki boyutlu yüzeylerde kodlanmış bilgilerden üç boyutlu görüntülerin üretilmesidir. Ancak sadece ışık dalgalarıyla değil başka tür dalgalarla da hologramlar elde edilebilir. Araştırma ekibi üç boyutlu nesneler üretmek için akustik hologramlardan yararlanıyor. Üç boyutlu baskıyla üretilmiş levhalarda kodlanmış bilgiler, akustik (ses dalgası) hologramları üretmek için kullanılıyor.

Bu ses dalgaları da, sıvı ortam içine dağılmış ham maddeleri bir araya getirerek arzu edilen malzemeyi ortaya çıkarıyor.

Detayları *Science Advances*'ta yayımlanan çalışmada, geliştirilen yeni yöntemin en önemli özelliğinin, geleneksel üç boyutlu baskı yöntemlerinin aksine, üretimin tek bir aşamada tamamlanması olarak belirtiliyor. Yeni yöntemde malzeme katman katman bir araya gelmiyor, ses dalgalarının uyguladığı kuvvetler ham maddelerin tek bir seferde bir araya gelmesini sağlıyor.

Araştırmacılar yeni yöntemin özellikle üç boyutlu hücre kültürlerinin ve dokuların oluşturulmasında yararlı olacağını düşünüyorlar. Ses dalgaları hem hücrelere zarar vermiyor hem de dokuların içine girebiliyor. Yeni yöntemi kullanarak hücreleri uzaktan kontrol etmek mümkün olabilir. ■



Kai Melde ve ark., Science Advances

Hologramların konumu ve yönelimi, üretilmek istenen şekle (solda) göre belirleniyor (sağda).

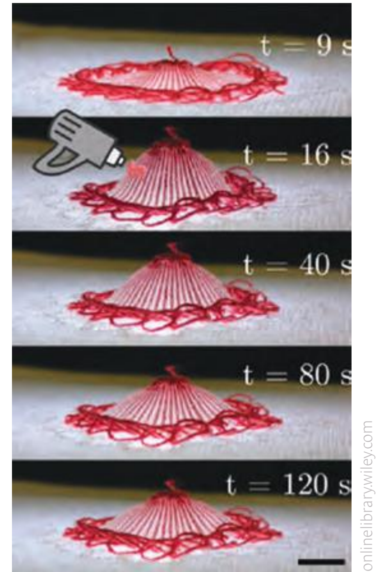
Isındığında Şekil Değiştiren Kumaş

Mahir E. Ocak

Sıvı kristal elastomer (LCE) olarak adlandırılan malzemeler 1980'lerde geliştirilmişti. Isıya ve ışığa tepki veren bu akıllı malzemelerden günümüzde yumuşak robotlarla ilgili araştırmalarda yararlanılıyor.

Aalto ve Cambridge üniversitelerinden bir grup araştırmacı, *Advanced Materials*'ta yayımladıkları makalede, LCE'leri kullanarak, ısıtıldıklarında şekil değiştiren kumaşlar ürettiklerini açıkladılar. Malzemenin sıcaklığı arttığında LCE'lerden üretilen iplikler büzüşüyor. Bu durum, ipliklerin örülme biçimine bağlı olarak kumaşın şekil değiştirmesine yol açıyor. Örneğin LCE, keten ve naylon ipliklerin bir arada kullanıldığı daire biçimindeki bir kumaş ısıtıldığında koniye benzer bir şekil alabiliyor. Malzemenin sıcaklığı düştüğünde kumaş yeniden düzleşiyor ve eski hâline geliyor.

Çevreden gelen uyaranlara tepki veren akıllı kumaşların insanların sağlığını takip etmekten ısı yalıtımını iyileştirmeye kadar çeşitli alanlarda yararlı olması bekleniyor. ■



onlinelibrarywiley.com

LCE'lerden üretilen kumaşlar ısıtıldığında şekil değiştiriyor. Pedro Silva ve arkadaşları, Advanced Materials

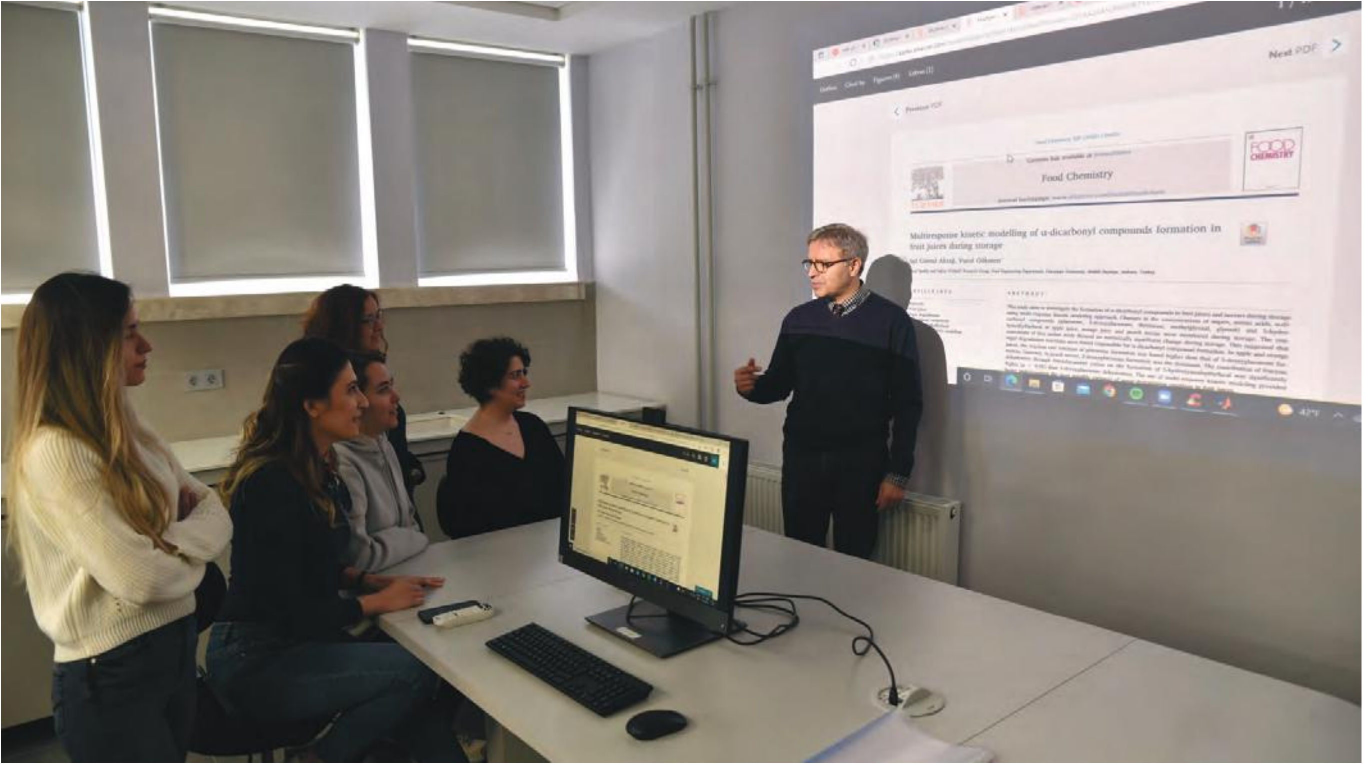


2022 TÜBİTAK Bilim Ödülü

Gıda Güvenliği Araştırmalarıyla Prof. Dr. Vural Gökmen'e

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Yeterli miktarda güvenli ve besleyici gıdaya erişim, sürdürülebilir sağlıklı bir yaşamın en önemli bileşenlerinden. Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre hastalık yapan (patojen) bakteriler, virüsler, parazitler veya kimyasal maddeler içeren güvenli olmayan gıdalar; ishalden kansere kadar 200'den fazla hastalığa neden olabiliyor. Dünya genelinde her yıl tahminen 600 milyon kişi -yani neredeyse her 10 kişiden biri- kontamine gıda tüketimi sonucu hasta oluyor, bu da 420.000 kişinin ölümüne neden oluyor. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Vural Gökmen de küresel anlamda büyük önem kazanan gıda güvenliği, gıda işlenmesi sırasında ortaya çıkan gıda güvenliği risklerinin izlenmesine yönelik ileri analiz tekniklerinin ve gıda güvenliği risklerinin azaltılmasına yönelik gıda işleme teknolojilerinin geliştirilmesi konularındaki üstün nitelikli çalışmalarıyla 2022 yılı TÜBİTAK Bilim Ödülüne layık görüldü. Kendisiyle yaptığımız söyleşide Prof. Dr. Vural Gökmen'den hayat öyküsünü, araştırmalarını ve gıda güvenliği ile ilgili en çok merak edilen soruların yanıtlarını öğrendik.



Prof. Dr. Vural Gökmen Karabük Demir Çelik Lisesinden 1985 yılında mezun olduğunda üniversite sınavında tercihi İstanbul Teknik Üniversitesi ya da İstanbul'daki diğer üniversiteler, bölüm olarak ise ilk ideali haberleşme ve elektronik mühendisliğiymiş. Sınavdan sonra tercih yapılan o dönemde, sınavı istediği gibi geçmeyince sadece iyi birkaç üniversitede olan gıda mühendisliği bölümüne çevirmiş rotasını. On sekiz tercihi arasındaki tek Ankara tercihi kendisini Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğrencisi yapmış. O dönemde hem Türkiye'de hem dünyada çok yaygın olmayan gıda mühendisliği eğitimi, Türkiye'de uzun yıllar Hacettepe Üniversitesi dışında sadece Ege ve Orta Doğu Teknik üniversitelerinde veriliyordu.

Prof. Dr. Gökmen özellikle yüksek lisans ve doktora yıllarında gıda mühendisliği eğitiminde mühendislik açısından kimya mühendisliği; gıda bilimi ve teknolojisi açısından da ziraat mühendisliği disiplinlerinin etkilerinin olduğundan söz ediyor. Kendisinin de bu iki disiplinin harmanlandığı bir eğitim aldığını söylüyor. Gene o dönemde çok yeni bir disiplin olduğu için gıda mühendisliğinde her ne kadar başarılı bilimsel profiller olsa da tıp, mühendislik ya da temel bilimlerde olduğu gibi bilimsel kariyer açısından rol model olabilecek isimlerin bulunmadığını da belirtiyor. 1990 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra aynı bölümde araştırma görevlisi olarak akademik kariyerine başlıyor. Sadece birkaç iyi üniversitede eğitim veren gıda mühendisliği bölümlerinin yeni bir alan olması, hatta bu alandaki bilimsel çalışmaların azlığı Prof. Dr. Gökmen'i hem mesleği anlama hem de kariyerini nasıl şekillendireceği ve nasıl bir yol haritası çizeceği konusunda daha fazla düşünmeye ve daha fazla odaklanmaya itmiş. Bu bilinçle hareket eden hocamız, insan ve gıda ilişkisiyle insana bu kadar kolay ulaşan bu mühendislik alanında araştırma yapmanın öneminin farkında olarak bilimsel kariyerine başlamış. Yüksek lisans ve doktora çalışmaları sırasında özellikle sanayi ile iş birliği deneyimi kazanabileceği konularda çalışan Prof. Dr. Gökmen'in yaptığı bilimsel araştırmaların sonuçları kendisine hep sahada ve üretim tesislerinde araştırma tecrübesi kazanma fırsatı vermiş.

“Görünürlük Kaygısı”

1998 yılında doktorasını bitirdikten sonra ise araştırma konularında belirgin değişiklikler olmuş ve 2000’lerin başından itibaren bu değişiklere bağlı olarak özellikle Avrupa merkezli araştırma iş birliklerine dâhil olmuş. Ulusal ve uluslararası projeler ile kamu tarafından fonlanan üniversite- sanayi iş birlikleri de bunlara eşlik etmiş. Prof. Dr. Gökmen kariyer yolculuğundan söz ederken özellikle bir noktaya dikkat çekiyor. Ona göre, kariyerinin en başındaki araştırmacıların en büyük problemleri, araştırma sonuçlarını yayımladıkları makaleleri konunun dünya çapındaki en üst düzeydeki önemli isimlerine ulaştırabilmeleri. “Görünürlük kaygısı” olarak adlandırdığı bu duruma çözüm olarak yenilikçi ve sıra dışı bir planlama gerektiğini ve bunun için tek seçeneğin de uluslararası etkinliklerde kürsüye çıkmak olduğunu vurguluyor. Yani araştırmaları ve sonuçları sadece iyi dergilerde yayımlamanın yeterli olmadığına ve onları uluslararası bilimsel mecralarda sunmanın da önemli olduğuna dikkat çekiyor. Danışmanlık yaptığı tüm genç araştırmacılara da bunu şiddetle öneriyor. Kendisinin de kariyerine bu yol haritasıyla devam ettiğini belirten hocamız, bu sayede gıda bilimi söz konusu olduğunda dünyada, özellikle Avrupa’da ama nispeten Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Kanada gibi gıda biliminin rekabetçi merkezlerinde ciddi bir izlenilirlikleri olduğunu ve dünyada bir etki alanı oluşturduklarını söylüyor.

Prof. Dr. Vural Gökmen akademik kariyer yolculuğunu iki bölüme ayırıyor. İlk bölümü yüksek lisans yaptığı ve araştırma görevlisi olduğu yıllar. O dönemde, Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde, Devlet Planlama Teşkilatı desteğiyle kromatografi ve spektroskopi tekniklerinin uygulanacağı cihazların da yer alacağı bir referans gıda analizi laboratuvarı kuruluyor ve bu süreçte kendisi aktif rol alıyor. Dolayısıyla kariyerinin ilk aşaması daha çok gıda analiz tekniklerinin geliştirilmesine dönük oluyor. Kariyerinin ikinci, yani doktora sonrası bölümünde ise gıda araştırma konularına odaklanıyor.

“Otuz sene önce basit sıvı-gaz kromatografi ekipmanları ileri analiz teknikleri olarak görülürken günümüzde artık yüksek çözünürlüklü kütle spektrometresi ile ölçümler yaygınlaştı. İkisi arasındaki farka gelince: Domateste ne kadar C vitamini olduğunu öğrenmek isterseniz kromotografi yöntemiyle öğrenebilirsiniz ama domatesin bileşiminde yer alan her şeyi tespit etmek, yani bir nevi parmak izini çıkarmak isterseniz yüksek çözünürlüklü kütle spektrometresi yöntemini kullanmanız gerekiyor.”

Pişirme Bir Isıl İşlem

Araştırma ekibiyle beraber gıda işleme sürecinin pişirme boyutu da dâhil olmak üzere birkaç tane önemli konuyu gündemlerinde tutuyorlar. Pişirme deyince doğal olarak akla kızartma, fırınlama ya da haşlama gibi yöntemler gelse de hocamız tüm bu işlemlerin hepsinin ısıl işlem olduğunu ve uzun süredir ısıl işlemin neden olduğu tepkimeler sonucundaki değişimleri incelediklerini söylüyor. Isıl işlem, tahrip edici ve gıdada değişikliklere yol açan bir uygulama olduğu için belli faydaların yanında belli riskleri de beraberinde getiriyor. Oysa günümüzde gıda işleme sürecinde daha az tahrip eden uygulamalara ve tekniklere doğru bir yönelme olduğuna dikkat çeken hocamız, bu nedenle bir biyoişleme tekniği olan fermantasyon gibi tekniklerin de araştırma konuları arasında olduğunu belirtiyor. Hocamız ve ekibi, gıda işleme sırasında gıdanın yapısındaki karbonhidratın, proteinin ve lipidin tamamının dâhil olduğu karmaşık reaksiyonları anlamaya, izlemeye ve aydınlatmaya çalışıyorlar. Örneğin fermantasyonda tipik bazı değişimler oluyor. Fermantasyonun maya ya da bakteri fermantasyonu oluşuna göre özellikle amino asitlerin dönüşümünde insan sağlığını etkileyebilecek birtakım değişimleri izliyorlar. Bu değişimlerin “nöroaktif” dedikleri ve sinir sistemini etkileyen bileşiklerle ilişkili olabileceğini düşünüyorlar. Fermantasyon sırasında ortaya çıkan



"Eskiden beri gıdayı muhafaza etmek için kullanılan tuzlama, fermantasyon ve kurutma gibi yöntemlerden günümüzde hâlâ yaygın geçerliği olanlar fermantasyon ve kurutma. Tuzlama, tuzun yol açtığı tansiyon gibi sağlık problemleri nedeniyle artık çok tercih edilen bir teknik değil. Bugün hâlâ çokça kullanılan fermantasyon ve kurutma yöntemlerinin de uygulanış biçimleri değişti. Eskiden sadece güneşte kurutma yöntemi kullanılırken bugün yaygın olarak ya tünel fırın kurutucularda ya da mikrodalga vakum yöntemiyle kurutma yapılıyor. Güneşte kurutulduğunda klorofilin ve diğer pigmentlerin bozunması nedeniyle bitkinin görüntüsü değişirken mikrodalga vakum kurutucu yönteminde bu durum söz konusu olmuyor."

aminoasit dönüşümlerini ve amino asit türevlerinin nöroaktif etkili olanlarını aydınlatmayı amaçlıyorlar. Diğer ilgilendikleri bir konu ise son 5-10 yılda öne çıkan sindirim davranışı. Tükettiğiniz tüm gıdaların tükettiğinizde ağızda başlayan ve kalın bağırsakta sona eren bir hikâyesi var. Bu sırada olanlar tüm açıklığıyla bilinmediği için bu süreç bir çeşit "kara kutu" olarak değerlendiriliyor. Prof. Dr. Gökmen araştırmalarının bu konuyla ilgili olan bölümünü "sindirim mühendisliği" olarak adlandırıyor. Son yıllarda gıdanın sağlıkla ilişkisi çok yoğun tartışıldığı için yiyeceklerin şeker, yağ ve tuz içeriği ve bu bileşenlerin bulunduğu gıdaların lezzetini koruyarak nasıl daha güvenilir ve sağlıklı hâle getirebileceği de hocamızın odaklandığı konulardan.

Sağlıklı Gıda Değil, Sağlıklı Beslenme

Prof. Dr. Gökmen günlük konuşmalarımızda çok geçen "sağlıklı gıda" ifadesi yerine "sağlıklı diyet" ya da "sağlıklı beslenme" ifadelerinin kullanılmasının daha doğru olduğunu söylüyor. Hocamıza göre bir gıdayı sağlıklı ya da sağlıksız olarak nitelendirmek yanlış. Hatta bu konuyla ilgili olarak elmanın sağlıklı bir gıda olmasına rağmen aşırı tüketiminde sorunlara yol açabileceği örneğini

de veriyor. Bununla birlikte, güvenli ya da güvenilir gıdayı ise gıda güvenliğini bozan ve risk ortaya çıkaran unsurları barındırmayan gıda olarak tanımlıyor. Bu risklerin tümünü bilmek de aslında mümkün değil. O nedenle gıdanın üretildiği hammaddenin kaynağını, nereden geldiğini, kontrollü koşullarda üretilip üretilmediğini bilmek ve gene kontrollü koşullarda başka bir forma dönüştürmek önem taşıyor. Üretim, firmanın kendi iç kontrollerinin ötesinde bir kamusal otorite tarafından düzenli denetime tabii tutuluyor ve ürünler tüketiciye bu şekilde sunuluyorsa; bu koşullarda üretilen gıdaya güvenmemek için herhangi bir sebep olmadığını belirten hocamız, gıdanın güvenilir olması ile tüketicinin gıdaya güvenmesinin iki ayrı konu olduğunu vurguluyor.

Gıdaya güvenilir gözüyle bakılabilmesi için iyi tarım ve iyi üretim uygulamalarından geçmesi gerekiyor. Tüketicinin gıdaya güvenmesi konusu ise biraz karmaşık ve sorunlu. Çünkü özellikle son yıllarda tüketici endüstriyel süreçlerden geçmiş gıdalara güvenilir gözüyle yaklaşmıyor. Hocamız, tüketici davranışıyla alakalı bilim dallarını ilgilendiren bu konuya dair çalışmalar yapıldığını ve son araştırma bulgularına göre, Avrupa'da dünyanın en eğitimli tüketicilerinin genelinde endüstriyel gıda sektörüne de ve yasal alt yapıyı düzenleyip endüstriyi denetleyen kamu otoritesine de güvenmemek gibi bir eğilim olduğunu belirtiyor. Bu tüketiciler en çok çiftçilere güveniyor.

İyi Tarım Uygulamaları: Tarımsal üretim sisteminin sosyal açıdan yaşanabilir, ekonomik açıdan kârlı ve verimli olmasının yanında insan sağlığını koruyan, hayvan sağlık ve refahı ile çevreye önem veren bir hâle getirilmesi için uygulanması gereken işlemler.

Gıda güvenliği ile ilgili riskleri beş duyu organımızla anlamamızın mümkün olup olmadığını sorduğumuza aslında bunun o kadar kolay olmadığını anlıyoruz. Ancak mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel bir nedenle gıda bozulduysa çürümeyi ve küflenmeyi görmek,

İyi Üretim Uygulamaları: İnsan sağlığını doğrudan etkileyen ilaç, kozmetik, gıda ve medikal cihaz gibi ürünlerin hangi koşullarda üretilmesi gerektiği konusunda kılavuzluk eden bir kalite sistemi.

kokusundan ve tadından da bozulmayı duyusal olarak anlamak mümkün. Ama meyvenin ya da sebzenin yetiştirilmesi sırasında tarım ilacı kullanıldıysa, üzerinde onun kalıntısı varsa, çevreden ağır metal bulaşı varsa ya da tağşiş edildiyse (tüketiciyi kandırmak amacıyla gıda maddelerinin mevzuata veya izin verilen özelliklerine aykırı olarak üretilmesi) bunu bir tüketici olarak fark etmenin imkânı yok. Prof. Dr. Gökmen tağşiş konusunda Çin melamin örneğini veriyor. Bir gıdada protein analizi azot miktarına göre tespit ediliyor. Hocamız, yapısında üç tane azot barındıran melamin molekülünden bir gıdaya çok az eklendiğinde bile protein miktarının olduğundan üç kat daha fazla gibi gösterilmesinin mümkün olduğunu belirtiyor. Bilinen bir tağşiş örneği de daha çok fıstıklı görünmesi için fıstıklı baklavaya bezelye tozu eklenmesi.

Ülkemizdeki gıda kontrol mekanizmasında gıda denetiminden Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı sorumlu. Tüm illerde bulunan gıda laboratuvarlarına ek olarak Ankara'da bir ulusal Referans Laboratuvarı var. Ayrıca tüketicinin telefonla ihbar etmesi için ihbar hatları da mevcut. Bir ihbar olması durumunda ilgili bakanlık personeli incelemek üzere örnek alıyor ve mevzuat dışı bir durum varsa söz konusu firmalara ceza kesiliyor. Ruhsatlı bir tarım ilacının iyi tarım uygulamaları dışında kullanımı söz konusu olursa ve ilacın kalıntı miktarı izin verilenin üzerindeyse o gıda satılamıyor. Örneğin, yurt dışına ihraç edilen bir tarım ürünü öncesinde mutlaka analiz ettirilmeli. Eğer bir tarım ilacının kalıntı miktarı izin verilen sınır değerlerinin üzerindeyse o ürün tespit edilip sonrasında serbest bölgede imha ediliyor. Yani ticari olarak da kendini denetleyen bir mekanizma işliyor. Bunun yanında bakanlık müfettişleri üretici ve işletmeleri ani denetlemelere de tabii tutuyor ve çeşitli zamanlarda örnek toplayabiliyor.



Gıda Güvenliğinde Kaynağı Bilmek Önemli!

Prof. Dr. Gökmen kaynağını bilmediğimiz gıdaların tüketimi konusunda uyarıyor. Örneğin sütün hangi inekten sağıldığını, ineği kimin sağdığını ve size ulaşıncaya kadar geçen süreci bilmediğiniz süte güvenmek için somut bir sebebiniz olmadığını düşünüyor. Herhangi bir tedarikçiden süt alınabileceğini, hatta çiğ süt de alınabileceğini belirten hocamız çiğ sütün mutlaka belli kalite kontrollerinin yapılmış olması gerektiğinin altını çiziyor. Endüstriyel üretim açısından, söz konusu kalite kontrollerini geçemeyen sütün fabrikaya giremeyeceğine de vurgu yapıyor. Dolayısıyla, endüstriyel üretimdeki kesinlik karşısında pet bidonda doğrudan üreticiden alınan sütteki belirsizliğinin her zaman göz önünde bulundurulması gerektiğini savunuyor. Diğer yandan gıda tedarik sistemi yoğun bir küresel sistem. Dünyanın herhangi bir yerinde yetişen bir ürünü ya da onun işlenmiş hâlini dünyanın başka bir yerindeki tüketicinin bulup alması gayet mümkün. Örneğin Türkiye'de üretilen bir ürünün başka bir ülkeye gönderilirken transfer sürecinde geçecek zaman ve raf ömrü de düşünülerek dayanıklı hâle getirilmesi, bunun için de birtakım işlemlerden geçmesi gerekiyor. Tedarik zincirinin uzunluğuna bağlı olarak bu işlemler çeşitlenebiliyor. Bu konuyla ilgili tüm dünyada tartışılan nokta, gıda tedarik zincirini kısaltmak. Bunun için atılacak en önemli adım, yerel üreticinin ayakta kalmasına destek olmak ve yerel üretimi teşvik etmek.

Günlük gıda tüketiminde kaynağını bildiğiniz ve güvendiğiniz gıdayı satın almak gıda güvenliği

Akrilamid, asparajin içeren gıdaların ısıl işlem görmesi sonucunda oluşan bir bileşiktir. Asparajin ise bitkisel kaynaklarda bulunan bir aminoasittir. Dolayısıyla hayvansal gıdaların hiçbirinde asparajin olmadığı için akrilamid riski de bulunmuyor. Kızartma, közleme veya kavurma ısıl işlemlerinden geçmiş bitkisel kaynaklı besinlerde az veya çok miktarlarda akrilamid oluşuyor. Fabrikada üretilen bisküvide de akrilamid bulunuyor, evde pişirilen kekte de. Kahveyi evde kendiniz kavurduğunuzda da ünlü bir kahve markası kavurduğunda da akrilamid ortaya çıkıyor. Özetle, bir hammadde asparajin içeriyorsa ve 100 °C üzerinde işlem görüyorsa akrilamid oluşuyor. Yanında glikoz veya fruktoz gibi indirgen şeker varsa, akrilamid çok daha hızlı ve çok daha fazla miktarda; yoksa daha az miktarda oluşuyor. Sıcak iklimde kurutulmuş meyvelerde de (100 °C'ın altında bir sıcaklığa maruz kalmış olsalar bile) az miktarda akrilamide rastlanıyor. Kavrulmuş tüm kuruyemişlerde, unlu mamullerde, kızarmış patateste ve patates cipslerinde akrilamide rastlamak mümkün. Bu konuda dünyada sadece California'da "Proposition 65" isimli bir yasal düzenleme var. "Bilgi edinme hakkı yasası" olarak bilinen bu düzenlemeye göre bir grup kimyasal listelenmiş ve gıda satışı yapılan yerlerde bu listede bulunan bir kimyasalı içeren bir gıda satılıyorsa tüketiciyi uyaran tabelaların asılması zorunluluğu var. Örneğin California'da patates kızartması satılan restoranlarda, "Patates kızartmasında akrilamid vardır." Uyarısı bulunuyor. Bu düzenleme, miktardan bağımsız olarak zararlı madde barındıran ürünlerin olası kanserojen etkilerini hatırlatmayı amaçlıyor. Akrilamid ciddi bir gıda güvenliği riski olarak görülmesine rağmen insan sağlığına etkisi hâlâ tartışmalı bir konu.

risklerini azaltmakta önemli rol oynuyor. Bununla birlikte, gıda güvenliği açısından dışarıda bir restoranda kızartılmış patates ile evde kızartılan patates arasında risk düzeyi açısından bir fark yok. Bu konuda fark ortaya çıkaracak unsurlar örneğin kızartmadan önce patatesi nasıl muhafaza ettiğimizdir. Prof. Dr. Gökmen bu konuyu şöyle özetliyor: "Patates diğer sebze meyveler gibi canlıdır. Canlılığın iki belirtisinden biri solunumdur. Patatesi kış boyunca balkonda muhafaza ederseniz soğukta solunum yavaşlar. Yoğun nişasta ve amilaz enzimi içeren patateste solunum yavaşladığında ise nişasta şekere döner ve solunumla tüketilemediği için birikir. Bu patatesi kızartırsanız çok hızlı esmerleşir ve oluşan akrilamid seviyesi 8-10 kat artar. Endüstri bunu gayet iyi bildiği için soğuk hava deposundan çıkan patatesi birkaç gün 8-10 *°C'de* rehabilite eder. Dolayısıyla depoda oluşan şeker, rehabilitasyon sürecinde hızlı solunumla tüketilir. Evdeki pişirmede ortaya çıkan risk, yani yüksek akrilamid seviyesi endüstriyel patateste düşüktür."





Prof. Dr. Gökmen çiğ sütün evde kaynatılarak tüketime hazırlanması aşamasında patojenleri öldürmek için yapılan “iki taşım kaynatmanın” aslında teknik olarak aşırı pişirme diye nitelendirildiğini, bu sırada patojen riski ortadan kaldırılırken besin öğelerini korumanın da mümkün olmadığını söylüyor. Endüstride 1950’lerin başından bu yana yasal bir zorunluluk olan pastörizasyonun ise hem sütün tüketici için ölümcül hastalık sebebi olmasını ortadan kaldıran güvenilir bir işlem olduğunu ve sütün besin değerlerini de koruduğunu belirtiyor. Hocamız geçmişten bugüne taşıdığımız mutfak alışkanlıklarımızdan biri olan “tencere yemeğini” çok miktarda pişirip birkaç gün boyunca da defalarca tekrarladığımız ısıt-tüket davranışını da önermiyor. Bu yöntemle, yemeğin besin değerinin azaldığını; o yüzden tüketeceğimiz kadar yemek pişirmeyi ve ancak yiyeceğimiz kadarını ısıtmayı tavsiye ediyor.

“E” Kodları Korkutmasın

Gıda işleme dediğimizde aklımıza hep endüstriyel boyuttaki üretimler geliyor. Oysa Prof. Dr. Gökmen patatesi soyup evde kızartmanın da marulu yıkadıktan sonra doğrayıp salata yapmanın da bir gıda işleme olduğunu söylüyor. Dolayısıyla gıda tüketilmeden önce herhangi bir işlem görmüş ise ona işlenmiş gıda demek durumundayız. Bu konuda farklılık oluşturan ise işlenme derecesi; yani az mı, yoksa çok mu işlendiği. Hocamız, paketli gıdanın işlenmiş olduğu, hatta aşırı işlenmiş ve tehlikeli olduğu; paketli olmayanların ise işlenmemiş ve daha güvenilir olduğu gibi yaygın bir algının doğru olmadığını düşünüyor. Aynı zamanda, gıdanın işlenmesinin tuhaf ya da kötü bir şey olarak algılanmaması gerektiğine de dikkat çekiyor. Prof. Dr. Gökmen’e göre, katkı maddeleri ile ilgili bir algı problemi bulunuyor. Ambalajlı gıdaların etiketine bakıldığında “E kodlu” katkı maddelerini görmenin bir kaygıya yol açmaması konusunda da uyarıda



bulunuyor. Tarım ürününü korumak için tarım ilacının ya da hayvancılık ürünlerinin korunması için veteriner ilacı kullanılması nasıl hayvan sağlığı ve bitki sağlığı için gerekliyse, ilaç kullanımı kamu otoritesinin kontrolü altındaysa, bir yasal mevzuat ilacın kullanılabileceği dozu belirlemişse, son üründe kalıntı seviyesi yasal mevzuata uygunsa ve bunlar bir sorun ortaya çıkarmıyorsa durum gıda katkı maddesi kullanımında da aynı bakımdan düşünülebilir.
Bir gıdaya kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmayı önlemek için izin verilen dozda katkı maddesi eklenmesinin tüketici için kötü bir şey olduğunu varsaymak doğru değil. Burada gene iyi üretim pratiklerini uygulayan bir firmayla “merdiven altı” diye tabir edilen bilinçsiz üretici firmaların ürünlerini tercih etmek tüketici açısından asıl dikkate alınması gereken önemli bir detay olabilir. Çünkü büyük gıda



firmalarında üretim, belli kalite standartlarının uygulandığı bir sistem ile gerçekleştiriliyor. Paketlenmiş ve formüle edilmiş yani bir reçeteye bağlı kalınarak üretilmiş bir bisküvi, kurabiye ya da gofret bileşiminde un, yağ, lezzetlendiriciler gibi etikette görülebilen pek çok unsur yer alıyor. Evde kek yaparken de bir reçeteye, bir tarife uyuluyor. Keke koyduğunuz kabartma tozunu, firma ürettiği keke eklediğinde onu etikete bir E koduyla yazmak zorunda. Prof. Dr. Gökmen zeytinyağının oksidasyona meyilli olması nedeniyle zeytinyağı kullanılarak yapılan bir kurabiyenin tadının iki hafta sonra acılaşacağını söylüyor. Zeytinyağı yerine kimyasal stabilitesi yüksek hidrojene bitkisel yağ kullanıldığında oksitlenme olmayacağını; bu nedenle de bütün fırıncılık ürünlerinde hidrojene bitkisel yağın, örneğin margarinin kullanıldığını söylüyor. Diğer yandan, belli bir miktarın üzerinde tüketilmesi durumunda, hidrojene doyurulmuş yağın sağlık için tehlikeli olduğu gerçeği de var. Ayçiçek yağı gibi hidrojene edilmemiş yağ kullanıldığında ise oksidasyonu engellemek için antioksidan olarak tokoferol (yani E vitamini) eklemek gerekiyor. Ama etikete E vitamini bir E koduyla yazıldığında aslında ürün kalitesinin devamını sağlayan ve ürünün bozulmasını engelleyen böyle bir katkı maddesini tüketici korkutucu buluyor ve bu ürünleri tüketmek istemiyor. Prof. Dr. Gökmen tüketicinin bu talebini de endüstrinin dikkate alması, endüstrinin gıda işleme tekniklerini gözden geçirmesi ve tüketicinin talebini karşılamaya yönelik birtakım yenilikler araması gerektiğini düşünüyor. Hocamıza göre kural basit: "Her zaman tüketicinin beklentisini karşılamak."

Gıdalarda risk olarak görülen diğer bir unsur ise aflatoksin. Çünkü aflatoksin gıdada bulunabilecek en düşük miktarı dahi kansere neden olduğu söylenen en net kanserojenlerden birisi. Gıda belli bir oranda nem ve yağ içeriyorsa bazı küfler tarafından üretiliyor. Dört formu bulunan aflatoksini içeren besinleri tüketen hayvanların vücudunda da aflatoksin başka toksik formlara dönüşebiliyor. Daha çok kuruyemişler gibi yağlı gıdalarda, tahıllarda, bitkisel ürünlerde, hasat sırasında ve sonrasında yanlış depolama yapıldığı ve iyi tarım pratikleri ihmal edildiği durumlarda ortaya çıkıyor.

Ambalaj Bir İletişim Aracı

Aslında "paketli gıda" ifadesi doğru algılandığında, paket tüketici ile gıda arasındaki iletişim aracıdır. Bir gıdanın paketinin ön ve arka yüzünde ne tip bilgiler yer alması gerektiği dünyada yasal bir düzenlemeyle belirlenmiştir. Hatta günümüzde tüketiciyi daha sağlıklı beslenmeye yönlendirmek için giderek artan yoğunlukta düzenlemeler mevcut ve ön yüz etiket düzenlemelerinde farklı sistemler kullanılmaya başlandı. Örneğin Fransa kökenli bir uygulama olan Nutri-Score gıda etiketleme sistemi gündemde. Nutri-Score etiketi, araştırmalardan elde edilen ve tüketicileri daha sağlıklı gıda seçimlerine yönlendirmek için hem güncel hem de güçlü kanıtlara dayanarak besin



bileşimine ilişkin verileri ifade eden bir araçtır. Etiket, tüketicilerin mağazalarda hızlı bir şekilde okuyabilmesi için gıda paketlerinin ön tarafına yerleştirilir. Etikette A'dan E'ye kadar harfler ve yeşilden kırmızıya kadar renkler içeren beş noktalı bir ölçek bulunur. Gıdanın besin değeri bu ölçek üzerinde bir harf/renk kombinasyonu ile belirtilir. Bu değer, yüksek besin kalitesini gösteren A kategorisinden (koyu yeşil), düşük besin kalitesini gösteren E kategorisine (koyu turuncu) kadar vurgulanarak gösterilir. Amaç, yiyecek ve içeceklerin besin kalitesi hakkında tüketiciye kolay anlaşılır bilgiler sağlamak. A sağlıklı bir seçenek; E ise "dikkat et, sürekli yeme" anlamına geliyor. Tüketiciyi bilgilendirme yönündeki bu sistemde A da E de yasal. Ambalaj, gıda güvenliği açısından bir de "temas eden malzeme" gözüyle inceleniyor. Ambalaj malzemesi olarak cam, metal ve plastik kullanılabilir. Plastik önceki yüzyılın ortalarından beri ucuz ve kolay erişilen bir ambalaj malzemesi olarak çok yaygın bir kullanım alanı buldu ama plastiğin en büyük problemi yarılanma ömrü. Kullanıldıktan sonra geri dönüşümü sağlanmadığında doğada yarılanma ömrü yüzlerce yıl olan bir malzemenin çevre kirliliğindeki payını da göz ardı etmemek gerekiyor. Ayrıca plastiğe katı formu verilirken bir monomerden bir polimer elde ediliyor ve esneklik ya da sertlik vermek için plastiğe birtakım katkı maddeleri eklemek gerekiyor. Bu yöntemle üretilen bir plastik ambalajı gıda dışındaki bir nesneyi paketlemek için kullanmak soruna yol açmayabilir. Ama bir yiyecek ya da içecek plastik ambalaja koyulduğunda, bir bulaş olup olmadığı önemli bir mesele hâline geliyor. Bu konuda en bilinen örnek, endokrin sistemini etkileyen bisfenol A içeren polikarbonat su damacanaları veya fitalat içeren PET şişeler. Ancak bisfenol A suda kolay kolay çözünmediğinden damacanada suyu senelerce bekletseniz bile nanogram düzeyinde geçiş oluyor. Oysa aynı pet şişeye yağ doldurursanız o unsurlar yağda iyi çözündüğü için yağa kolaylıkla geçer. Dolayısıyla plastik ambalajın içine koyulan yağsa ona göre, su ise ona göre, meyve suyu ise ona göre risk tablosu değişiyor.

Ambalajlamada metal kullanılması ise metalin oksitlenmesi, korozyona uğraması ve gıdaya bulaşması sorununu gündeme getiriyor. En iyi ambalaj malzemesi ise inert olduğu, yani kimyasal bakımdan aktif olmadığı için camdır. Ancak kırılma riski ve maliyeti nedeniyle plastik daha çok tercih ediliyor.

Nasıl Saklayalım?

Taze olarak alınan sebzelerin günlük kullanımda minimum riskle tüketilmesinin yolları da merak ettiğimiz konulardan. Pandemide marketlerin manav reyonlarında elle teması önlemek için sebze meyvelerin paketlenerek satıldığı bir dönem yaşadık. Pandemi bittiğinde ise eski açıktan satışa geri dönüldü. Prof. Dr. Gökmen Avrupa'da marketlerde paketlenmiş ve doğrudan tüketime

Çaylar, Kahveler

Çözünür çay ya da kahvede tüketicinin dikkat etmesi gereken belirli bir risk yok. Suda çözünür kahve üretiminde kavrulmuş ve öğütülmüş kahve demleniyor sonra tekrar püskürtme veya liyofilize edilip dondurma tekniklerinden biriyle kurutuluyor. Püskürterek kurutma 150-200 °C gibi yüksek sıcaklıkta gerçekleştirildiği için aroma veren birtakım maddeler kayboluyor. Sonuç olarak, lezzeti daha az, ancak sıcak suda kolayca çözünen bir ürün ortaya çıkıyor. Diğer yöntemde ürün dondurularak kurutulduğu için aroması ve lezzet özellikleri korunuyor. Bu açıdan çözünür kahvede bir problem bulunmuyor. Tüketici gıda güvenliği riski açısından ekstra hassasiyetle yaklaşılması gereken bir ürün değil. Oysa kahve ile ilgili asıl konu kavrulması, yani yeşil kahve çekirdeğinin 250 °C'ta 20-30 dakika ısıtılması sonucunda renginin kahverengi-siyaha dönmesi, diğer bir ifadeyle ısıl işleme maruz kalması ve bunun sonunda ortaya çıkan riskler. Kahvenin kavrulması sırasında şekerlerle aminoasitler arasında Maillard reaksiyonu dediğimiz karmaşık bir tepkime gerçekleşiyor. Örneğin glikoz ve glisin 150-200 °C'ta 5-10 dakika ısıtıldığında 1000'in üzerinde yeni molekül oluşuyor. Bunların arasında renk, tat ve koku moleküllerinin yanı sıra 40-50 tane de kanserojen molekül yer alıyor. Demlenmiş kahvede de ondan elde edilen çözünebilir kahvede de bu risk belli düzeylerde devam ediyor. Prof. Dr. Gökmen kahvenin çözünür olmasıyla ilgili olmayan ancak kavrulmasıyla ilgili bir risk bulunduğunu vurguluyor. Çaya gelince, enzimatik oksitlenme reaksiyonu ile yeşil çayın siyah çaya döndüğünü, bu arada kateşinler denilen fenolik maddelerin polimerleştiğini ve çayın renginin o bilinen dem kırmızısına döndüğünü belirtiyor. Sıcak su ile demlendiğinde de o renk ekstrakt edilmiş, yani özü çıkarılmış oluyor. Hocamız bu süreçte bilinen bir risk ortaya çıkmadığını da sözlerine ekliyor.

hazır sebze ve meyve satışının son derece yaygın olduğunu, bizde ise marketlerde bu ürünlerin tarladan geldiği şekliyle satışının alışılmış olduğunu söylüyor. Hocamız bu yöntemi de çok uygun bulmadığını belirtiyor ve bu durumu şöyle açıklıyor: "Eskişehir'de bir tarlada hasat edilen marulu marketten aldığınızda yetiştiği tarlada toprak kökenli ne kadar mikroorganizma varsa o marulda da bulunacak ve o riski marulla birlikte mutfağınıza taşımanız ihtimal dâhilinde. Yahut da ürünün yetiştiği tarla bir otoban kenarında ise egzoz gazından ürüne kurşun bulaşması muhtemel. Başka bir ihtimal ise tarlada uygulanan son ilacın üründe kalıntılarının bulunması. Tüm bu risklerden kurtulmanın ilk adımı etkili yıkama. En çok dikkat edilmesi gereken özellikle mikrobiyal risk! İyi bir yıkama ve ayıklama risklerin %90'ından fazlasını ortadan kaldırıyor. Ürünlerin temizliğinden iyice emin olmak istiyorsanız sirkeli su ile yıkama yapabilirsiniz. Sebzeyi işleyen bir endüstride ise bu ürünler paketlenmeden önce klorlu suyla yıkanarak satışa hazırlanıyor."



Mevsiminde fazla fazla alınan sebze ve meyveleri uzun süre muhafaza etmenin en yaygın yollarından biri olan dondurma yönteminin de ne kadar masum olduğunu öğrenmek istiyoruz. Hocamızın bu konudaki ilk uyarısı, gıdanın içinde ve/veya üzerinde mikrop bulunması hâlinde, dondurulan mikrobun ölmediği ve canlılığını koruduğu, sadece çoğalamadığı yönünde.



Dondurulmuş gıdayı çözdürdüğümüzde ise o mikrop risk olarak karşımıza çıkıyor. Bu nedenle endüstride yıkama ve ayıklamayla mikrop sayısı azaltılırken, haşlamayla da mikrop sayısını en aza indirmek hedefleniyor. Bunun yanında, haşlama ile meyve ve sebzenin yapısında bulunup bozulmaya neden olan enzimler de inaktive ediliyor, yani etkisiz hâle getiriliyor. Burada haşlamadan kasıt, gıdanın kaynar suda bazen 3-5 saniye bazen de 20-30 saniye gibi sürelerce bekletilmesi. Diğer yandan, besinler haşlanmadan dondurulduğunda enzimler yavaş da olsa çalışmaya devam eder. Enzimatik faaliyet sonucunda, örneğin lipoksigenaz enziminin aktivitesiyle, yağ oksidasyonu riski artar ve renk bozulmaları ortaya çıkar. Çünkü sebze ve meyve gibi %80-95 düzeyinde su içeren bir besin dondurulduğunda asıl donan sudur. Bitki hücresinin %90'ın üzerinde su içerdiği düşünüldüğünde, donma sürecinde bitki hücresinin hacmi genişler ve hücre duvarına mekanik baskı yapmaya başlar. O sırada hücre duvarının bütünlüğü bozulur ve kırılır. Ürün donuk olduğu sürece bu durum bir sorun teşkil etmez. Ancak gıda çözdürüldüğünde buz tekrar su formuna geçerken bütünlüğü bozulmuş hücrelerden su sızar. Şekerler ve aminoasitler içeren bu hücre suyu, bir mikroorganizmanın çoğalması için en ideal besi yeridir. Dolayısıyla, bu ihtimal düşünülerek çözündürülmüş besinin hızlı bir şekilde tüketilmesi gerekiyor. Hocamız çözünen gıdanın tekrar dondurulması gibi bir uygulamayı ise asla akla getirmemek gerektiğini vurguluyor. O yüzden dondurulacak besinin miktarı kritik öneme sahip. Gıda dondurulmadan önce mikrobiyal riski en aza indirilmediyse çözündürme sırasında o riskin katlanarak karşımıza çıkacağını unutmamak da hocamızın bir diğer uyarısı. Dondurulmuş meyve ve sebze kullanımı gene de ete göre daha az risk taşıyor. Çünkü ette bulunması muhtemel patojenlerin çözdürme sırasında hızla çoğalma ihtimali karşılaşılabilecek risklerden birisi. Özellikle kıyma gibi işlemden geçmiş etlerin küçük porsiyonlar hâlinde dondurulması, çözdürüldükten sonra da hemen kullanılması gerekiyor. Daha çok ette rastladığımız patojenlerin gramda bir iki tane olması bile hasta etmeye yettiği için Prof. Dr. Gökmen ette dondurma ve çözdürme işlemleri gerçekleştirildikten sonra eti tekrar dondurmamak gerektiği konusunda aşırı hassasiyet göstermenin önemine dikkat çekiyor.

Tartışmalı Konular: Yapay Et, GDO

Prof. Dr. Gökmen'den günümüzün tartışmalı konularıyla ilgili de görüşlerini rica ediyoruz. Küresel iklim değişikliğinin dünyada tarımsal üretim ve gıda üretimi için büyük bir tehlike olduğunu vurgulayarak sözlerine başlayan hocamız dolayısıyla yeni üretim alanları ve imkânları ile üretim teknikleri geliştirmek gerektiğinin altını çiziyor ve ekliyor: “Örneğin bugün günde 100 birim gıda üretiyorsak bunu gelecekte 70 birim üretebiliriz. Dünya nüfusunun 2050'de 8 milyardan 9-10 milyara yükseleceği tahminini de göz önünde bulundurunca, üretimi 100'den 150'ye çıkarma ihtiyacı olacağı çok açık. Tarımın yaygın uygulandığı şekliyle

Bir Çeşit Pandemi: Obezite

Obezite günümüzün en önemli halk sağlığı sorunlarından biri, hatta bir pandemi olarak da tanımlanıyor. Önemli nedenleri yüksek kalorili beslenme, aşırı şeker ve yağ tüketimiyle kişinin ihtiyacı olan günlük kalori miktarından çok fazlasını alması ve az fiziksel aktivitede bulunması. Alınan ve harcanamayan fazla kaloriler, yağ hücresi olarak vücutta depolanıyor ve beraberinde tansiyon, şeker, kalp ve damar hastalıkları başta olmak üzere pek çok kronik hastalığı getiriyor. Obezite ile mücadelede özellikle doymuş yağ, şeker ve tuz tüketimini kontrol altına almak gerekiyor. Bu nedenle Nutri-Score etiketi tüketiciyi tercihleri konusunda doğru yönlendirmek açısından önemli. Etikette A ya da B varsa "sağlığınız için daha doğru seçenek" mesajı D ya da E varsa "obezite riskinizi artırabilir" mesajı veriliyor. Prof. Dr. Gökmen, İngiltere pazarında gıda satış yerlerinde ve reklamlarında doymuş yağ, şeker ve tuz açısından yapılan değerlendirmede belli oranların üzerine çıkan ürünlerin HFSS (High Fat, Salt and Sugar/ yüksek miktarda yağ, tuz ve şeker içeren) olup olmadıklarına göre sınıflandırıldığından söz ediyor. Eğer bu ürünler HFSS değilse okul kantinlerinde satılabildiklerini, marketlerde ön raflara ya da kasaya yakın raflara konulabildiğini; aksi durumda medyada reklamının dahi yapılamadığını belirtiyor. Türkiye'de büyük markaların da bu konuda farkındalıklarının olduğunu ve onların da bu konuları ciddiyetle ele aldıklarını sözlerine ekliyor.

Şeker tüketimiyle ilgili ise Prof. Dr. Gökmen şeker miktarının ayrı bir konu, tatlılığın ise apayrı bir konu olduğunu belirterek başlıyor ve bu mevzu hakkındaki görüşlerini aktarıyor: "Bazı tüketiciler gıdada şeker tadını özellikle talep ediyor, bazıları da şeker miktarının azaltıldığını hissetmek istiyor. Tatlılığı azaltmak şeker miktarını azaltarak da mümkün, azaltmadan da. Diğer yandan şekerin bir de yapı oluşturan özelliği var. Örneğin fırıncılık ürünlerinde sakkaroz yerine glikoz kullanılamıyor. Çünkü sakkaroz ürünün kabarmasında ve belli bir yapıya sahip olmasında da rol oynuyor. Dolayısıyla fırıncılıkta şekeri tamamen çıkartmak bir seçenek olmaktan çıkıyor. Şeker pişerken Maillard reaksiyonu sonucunda lezzet, tat ve koku oluşuyor. Şeker çıkartıldığında ise bu tepkimenin gerçekleşme ihtimali ortadan kalkıyor. Dolayısıyla bu noktada belli kalite ve lezzet özelliklerinin de korunması gerekiyor. Şeker azaltma, son 4-5 yıldır üzerinde yoğun çalışılan konulardan birisi. Bilinen bütün teknikler optimize edilerek daha az şekerli ama daha tatlı ürünler yapabilmenin yolları var. Ürünleri daha fazla şekerle daha tatlı yapamamanın sebepleri de var. Dolayısıyla aynı tatta ama şekeri %30 azaltmanın yolları biliniyor ve uygulanıyor."

devam ettirilememesi riski ve karbon emisyonu yoluyla çevreye en çok zarar veren sektörlerin başında hayvancılığın gelmesi beraberinde büyük endişe getiriyor. Karbon salımının %23'ü et, süt ve ürünleri için yapılan hayvancılıktan kaynaklanıyor ve bu gerçekten ciddi bir oran. Dolayısıyla karbon salımının çevreye verdiği zararı kontrol etmek istiyorsak hayvansal gıda talebinin azalması gerekiyor. "Yapay" ifadesi plastik gibi fabrikada doğal olmayan şeylerden sentezlenmiş gibi bir algıya neden olsa da aslında yapay et doğal kaynaklarla üretiliyor. Bitkisel kaynaklar kullanılarak protein bazlı, et gibi görünen, tadı ve kokusu da et gibi olan bir ürün elde ediliyor. Bitkisel proteinden sadece et değil, peynir ve yoğurt



gibi hayvansal ürünlere benzeyen bitki bazlı gıdaların üretimine doğru bir yönelim de var. Bu , insanın gıda sistemini sürdürebilmesi için bir alternatif olabilir.

Bunun iyi ve öğretici bir uygulama olduğunu düşünen Prof. Dr. Gökmen, başarılı örnekler de bulunduğunu belirterek yapay ete olumsuz bakmadığını ifade ediyor.

Prof. Dr. Gökmen genetiği değiştirilmiş ürünlere birkaç farklı yönden yaklaşıyor. Tüm dünyada yapılan tarımın %75-80'inde patates, mısır, pirinç ve buğday başta olmak üzere kısıtlı sayıda ürün yetiştirildiğini, dolayısıyla tarım alanlarında bu belirli birkaç bitkinin baskın hâle gelmesi sonucunda biyolojik çeşitliliğin önemli oranda azaldığını söylüyor. Yani tarım bir yandan dünyanın beslenme sorununa çözüm olurken diğer yandan ise biyolojik çeşitliliği tehlikeye sokuyor. Dolayısıyla insanın doğadan elde edebileceği faydalar da negatif etkileniyor. Hocamız genetik modifikasyonun bir biyoteknoloji eseri olduğunu düşünüyor ve mısırın genetiğinin değiştirilmesini, mısır yetiştirilen tarlanın etrafındaki biyolojik türleri yok etme tehlikesi doğurmadığı sürece bir sorun ya da tehlike olarak görmüyor. Ayrıca genetiği değiştirilmiş bir besinin (örneğin mısırın) tüketildiğinde insan sağlığına herhangi bir zarar verdiğine dair bir kanıt bulunmadığını da belirterek bu korkunun biraz az bilmekle ilgili olduğu görüşünü savunuyor. Kısıtlı sayıda ana ürün üzerinden büyük bir endüstriyel tarımın meydana gelmesi ve beraberinde de besin kaynağı olarak kullandığımız diğer biyolojik türlerin tarımının azalması, hatta yok olma noktasına gelmesi; bir başka ifadeyle çevredeki biyolojik türlerin çeşitliliğinin azalmasının daha kaygı verici olduğu üzerinde duruyor ve bir örnekle sözlerine devam ediyor: "Bir bitki zararlısı tanımı var. Yani bir bitkinin yanında büyüyen yabani ot. Yabani olmasının nedeni üretime zarar vermesi. Hâlbuki orası otun doğal habitatı olabilir. Bitkiyi yabani ota dirençli yaptığınız vakit, belki de yabani otun gelişimine engel olacak şekilde o türü baskın hâle getiriyorsunuz. Bu gen modifikasyonu, insanın yüksek çıkarlarına hizmet eden bir teknoloji gibi değil, başka türlerin yaşam şansını ortadan kaldıracak şekilde yapılıyorsa bunu eleştirebiliriz. Ama bir yandan aşırı yağış, diğer taraftan kuraklıkla önümüze çıkacak olan iklim değişikliğinin sonuçlarıyla mücadele etmek için gen modifikasyonuna başvurabiliriz. Mesela kuraklığa dirençli türler geliştirmek zorundayız. Buğdayı aynı buğday, mısırı aynı mısır olarak ekmeye devam ettiğimizde bunu başarmak mümkün olamayabilir. Bu mevzu, araştırma düzeyinde asla engel olunmaması gereken bir konu. Bilgiyi üretmek önemli."

"Tüketiciye beslenmeye ek olarak birtakım fizyolojik faydalar da sağlayan fonksiyonel gıdalar, günlük hayatımızda sıkça duyduğumuz kavramlar arasında. Hocamız bir gıdaya fonksiyonel gıda denilebilmesi için belli düzenlemeler gerektiğini belirtiyor. Örneğin, C vitamini yetersizliğine bağlı olarak gelişen iskorbüt hastalığının tedavisi için portakal suyu ambalajlarına antiskorbit özelliği vardır yazmak mümkün değil. Böyle bir şey yazabilmek içim askorbit asitin hangi dozda ve hangi sıklıkta alınması gerektiğinin klinikte kanıtlanması gerekiyor. Ancak bu koşullarda bu bilgiyi etike te yansıtmak mümkün olabilir. Dolayısıyla fonksiyonel gıda yasal bir tanımlama."

Gıda Mühendisi Adaylarına Öneriler

Prof. Dr. Vural Gökmen söyleşimizin sonunda gıda mühendisi adaylarına da bazı önerilerde bulunuyor. Öncelikle gıda mühendisliğinin temel bilim üzerine inşa edilen bir mühendislik dalı olduğunu hatırlatıyor ve mühendisliğe ilgisi olmayan birinin bu bölümü tercih etmemesi gerektiğini düşünüyor. Günümüzde AR-GE bölümleri olan hem küresel hem yerel büyük gıda firmalarının özellikle AR-GE mühendisi

“Gizli açlık yaygın ve küresel bir sorun. Yani doymakla, vücudun ihtiyaç duyduğu mikro besin öğelerini almak arasındaki farkı işaret etmek gerekiyor. İnsan günlük kalori ihtiyacı olan 2.500 kaloriyi sadece nişastadan alabilir ama ortaya çıkabilecek demir, kalsiyum, selenyum ya da vitamin eksikliği belli sağlık sorunlarına yol açabilir. Dünyada yaygın bir çinko ve D vitamini eksikliği var. O yüzden yaygın olarak tüketilen besinler, yasal düzenlemeler sonucunda, eksikliği görülen bu mikro besinlerle zenginleştiriliyor. Birçok ülkede sütün D vitamini ile zenginleştirilmesi ile ilgili yasal zorunluluk var. Bir dönem ülkemizde de Halk Ekmek Fabrikası’nın ideal çinkoca zenginleştirilmiş ekmek projesi vardı.

Gizli açlığın karşısında yeni bir trend olan tam gıda duruyor. Beyaz ekmek ve tam buğday ekmeğinden yola çıkalım. Buğday öğütülürken kepekler iki tabaka hâlinde ayrılıyor, geriye kalan endosperm denilen bölüm, yani beyaz kısım ile ekmek yapılıyor. Bu kısım ekmek hâline getirilirken uygulanan teknik daha kolay, kalite özellikleri de daha kolay kontrol edilebiliyor ama daha az mikro besin içeren bir un ortaya çıkıyor. Ancak kepekli unda durum aynı değil. Örneğin beyaz un kadar kolay kabarmıyor. Çünkü kepekte yoğun olarak lif ve birtakım mineraller bulunuyor. Bu bakımdan kepekli un daha faydalı görülebilir. Ancak diğer yandan buğday tarlası ilaçlandığında ve buğdayda ilaç kalıntısı olduğunda kepek bölümündeki bu kalıntının ekmeğe geçmesi de olası. Tarımda daha az ilaç kullanılmadığı ve daha az ilaç kalıntısı için çaba harcanmadığı sürece tam tahıl ürünleri aslında risk taşıyor. Ayrıca kepeğin içeriğindeki fitik asit çinkoyu bağlıyor ve çinko emilimi gerçekleşmeden vücuttan atılıyor. Tam tahıl ürünleri kepekte bulunan mikro besin bağlayan bazı unsurlardan dolayı, vücudun bazı mikro besinlerden yararlanmasını engelliyor. Sindirim sisteminde olan biteni anlamak bu açıdan önemli.”



talebinin gıda mühendisleri için büyük şans olduğunu vurguluyor. AR-GE’nin iyi bir eğitimin yanı sıra yenilikçi ve sıra dışı düşünen bir beyin gerektirdiğini, bu vasıflara sahip öğrencilerin dünya çapında çok büyük gıda firmalarında önemli pozisyonlarda çalışmalarının mümkün olduğunu önemle belirtiyor ve ekliyor: “Dünyanın en değerli, en büyük markaları arasında elektronik devleri de var, gıda devleri de... Öyle ki dünyada üretilen gayrisafi millî hasılanın dörtte biri gıda sektöründen geliyor. O nedenle gıda mühendisi adayı gençlere hayallerini bu gıda firmalarında çalışmak üzerine kurmalarını öneriyorum.”■

Bilim ve Teknik dergisi ekibi olarak Prof. Dr. Vural Gökmen’i TÜBİTAK Bilim Ödülü dolayısıyla kutluyor, bize vakit ayırdığı için kendisine çok teşekkür ediyoruz.

Yüksek Çözünürlüklü Görüntüleme Uydumuz İMECE Uzaya Fırlatıldı

Dr. Özlem Kılıç Ekici | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı / AA

TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydumuz İMECE, 14 Nisan'da ABD'deki Vandenberg Hava Kuvvetleri Üssü'nden, Transporter 7 görevi kapsamındaki SpaceX'in Falcon 9 roketi ile uzaya fırlatıldı. İMECE, Türkiye saatiyle 12.24'te roketinden ayrılarak yörüngesine yerleşti. Hemen ardından da 12.29'da İMECE'den ilk sinyal alındı.

İMECE uydusunun optik kamera, elektrikli itki sistemi, tepki tekeri, yıldızizler, Güneş algılayıcı, küresel konumlandırma sistemi alıcısı, manyetometre ve manyetik tork çubuğu gibi birçok kritik bileşenleri TÜBİTAK UZAY mühendisleri tarafından tasarlandı ve üretildi. Uydunun entegrasyonu ve testleri de ülkemizde gerçekleştirildi. Görev süresinin 5 yıl olması öngörülen uydunun ağırlığı yaklaşık 700 kg.

İMECE uydusunda mekânsal çözünürlüğü metre altı seviyesinde olan bir optik kamera bulunuyor. Bu uydu sayesinde Türkiye kendi elektro-optik kamerası ile metre altı çözünürlüklü görüntüler elde edebilecek. İMECE, 1.000 km uzunlukta ve 16,73 km genişlikte olan alanı tek seferde çekebilecek kapasiteye sahip.

Uydu görüntülerinde dört farklı çözünürlük türü vardır. Mekânsal çözünürlük uydu görüntülerinde bir pikselin yerin yüzeyinde karşılık geldiği alanı ifade eder. Örneğin mekânsal çözünürlüğü 1 metre olan bir uydu görüntüsünde 1 piksel, 1 metre x 1 metre ölçülerinde kareye denk gelen bir alanı gösterir.



İMECE'nin kamerası 0,99 metre çözünürlüklü siyah-beyaz görüntü ve 3,96 metre çözünürlüklü renkli görüntü kaydedebiliyor. Bu sayede İMECE hava sahası ve kara sınırı kısıtlaması olmadan dünyanın her yerinden yüksek çözünürlüklü görüntü alabilecek. İMECE'nin üzerinde bulunan elektrikli itki motoru ise uydunun istenilen yörüngede kalmasını sağlayacak. ■

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*btcizgiroman@tubitak.gov.tr*

İbnü'l-Heysem

YAKLAŞIK 1010 YILI. BUGÜNKÜ MISIR SINIRLARINDA FÂTIMÎ DEVLETİ HÜKÜM SÜRÜYORDU.

HÜKÜMDAR HÂKİM-BİEMRİLLÂH, NİL NEHRİ'NDEN SAĞLADIKLARI FAYDAYI ARTTIRMA ARZUSUNDAYDI.

BABA! KIYIDA İKİ KİŞİ BİZİ GÖZETLİYOR.

VEZİR KÂTİBİ DEĞİL Mİ O? ALLAH ALLAH!

EFENDİM MERHABALAR, BİZ BALIKÇI BİR AİLEYİZ. BİZİ İZLİYORDUNUZ, BİR YANLIŞIMIZ MI OLDU ACABA?

SİZİ İZLEMİYORDUK. NEHİR İÇİN ETÜT ÇALIŞMASI YAPIYORUZ. GÖZLEM YAPIYORUZ.

HÜNKÂRIMIZIN RİCASIYLA BAĞDAT'TAN GELEN İBNÜ'L-HEYSEM!

KENDİSİ ÇOK ÖNEMLİ BİR ÂLİMDİR. NİL NEHRİMİZİN SULAMA İMKÂNLARINI ARTTIRACAK.

NİL'İ BİZDEN İYİ BİLEN YOKTUR! SİZE YARDIM EDEBİLİRİZ.

BEN ESASINDA IŞIK VE GÖRME ÜZERİNE ÇALIŞIRIM.

NİL'İ PEK BİLMEM. YARDIM TEKLİFİNİZİ KABUL EDİYORUM.

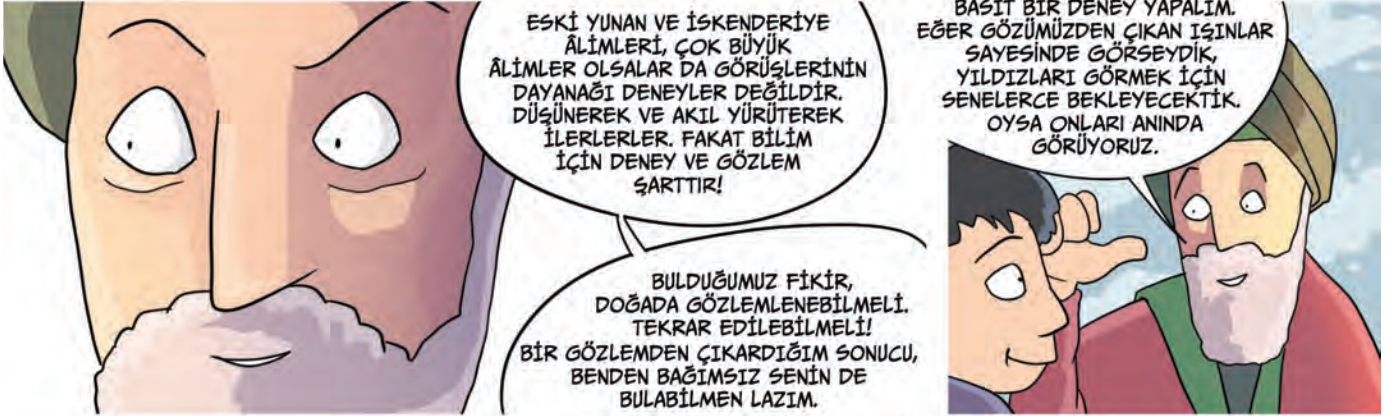
KÂTİP EFENDİ, SEN BURADA BEKLEYİVER. KÜÇÜK BEY VE BABASI BENİ GEZDİRECEKLER.

GÖRME ÜZERİNE ÇALIŞMAK NE DEMEK?

OĞLUM! BEYİ RAHATSIZ ETME!

SORUN YOK! CİSİMLERİ NASIL GÖRDÜĞÜMÜZÜ ANLAMAYA ÇALIŞIRIM.


BATLAMYUS VE DİĞER BÜYÜK ÂLİMLER, GÖZÜMÜZDEN IŞINLAR ÇIKTIĞINI SÖYLER. IŞINLAR CİSİMLERE ÇARPARMIŞ.
SONRA GÖZÜMÜZE GERİ DÖNERMİŞ. BÖYLECE CİSMİ GÖRÜRÜZ DERLER. FAKAT BENCE YANILIRLAR.


ESKİ YUNAN VE İSKENDERİYE ÂLİMLERİ, ÇOK BÜYÜK ÂLİMLER OLSALAR DA GÖRÜŞLERİNİN DAYANAĞI DENEYLER DEĞİLDİR. DÜŞÜNEREK VE AKIL YÜRÜTEREK İLERLERLER. FAKAT BİLİM İÇİN DENEY VE GÖZLEM ŞARTTIR!
BULDUĞUMUZ FİKİR, DOĞADA GÖZLEMLENEBİLMELİ. TEKRAR EDİLEBİLMELİ! BİR GÖZLEMDEN ÇIKARDIĞIM SONUCU, BENDEN BAĞIMSIZ SENİN DE BULABİLMEN LAZIM.
BASİT BİR DENEY YAPALIM. EĞER GÖZÜMÜZDEN ÇIKAN IŞINLAR SAYESİNDE GÖRSEYDİK, YILDIZLARI GÖRMEK İÇİN SENELERCE BEKLEYECEKTİK. OYSA ONLARI ANINDA GÖRÜYORUZ.


O ZAMAN GÖZLERİMİZDEN IŞIN ÇIKMIYOR. PEKİ GÖZÜMÜZ NASIL GÖRÜYOR?
ÖNCELİKLE GÖZÜMÜZ HİÇBİR ŞEY GÖRMÜYOR. BEN AYNI ZAMANDA TIP DA ÇALIŞIRIM. GÖZÜ VE BEYNİ ÇOK İNCELEDİM. GÖRME İŞLEMİ, BEYİNDE OLUYOR. GÜNEŞ GİBİ KAYNAKLARDAN GELEN IŞINLAR CİSİMLERDEN YANSIYOR VE GÖZE GELİYOR.
... ŞİMDİ GEÇ OLDU. YENİDEN GÖRÜŞÜRÜZ.
GÜLE GÜLE!


İBNÜ'L-HEYSEM, O DÖNEMİN ŞARTLARINDAN ÖTÜRÜ NİL PROJESİNİ TAMAMLAYAMADI.
FAKAT BİLİM TARİHİNE, BİLİMSEL YÖNTEMİN KURUCULARINDAN BİRİ OLARAK GEÇTİ. OPTİK VE ASTRONOMİ ÜZERİNE ÇALIŞMALARIYLA ÜN KAZANDI. AYRICA, ANATOMİ ÇALIŞMALARI YÜRÜTEREK GÖZÜN TABAKALARINI ORTAYA ÇIKARDI.

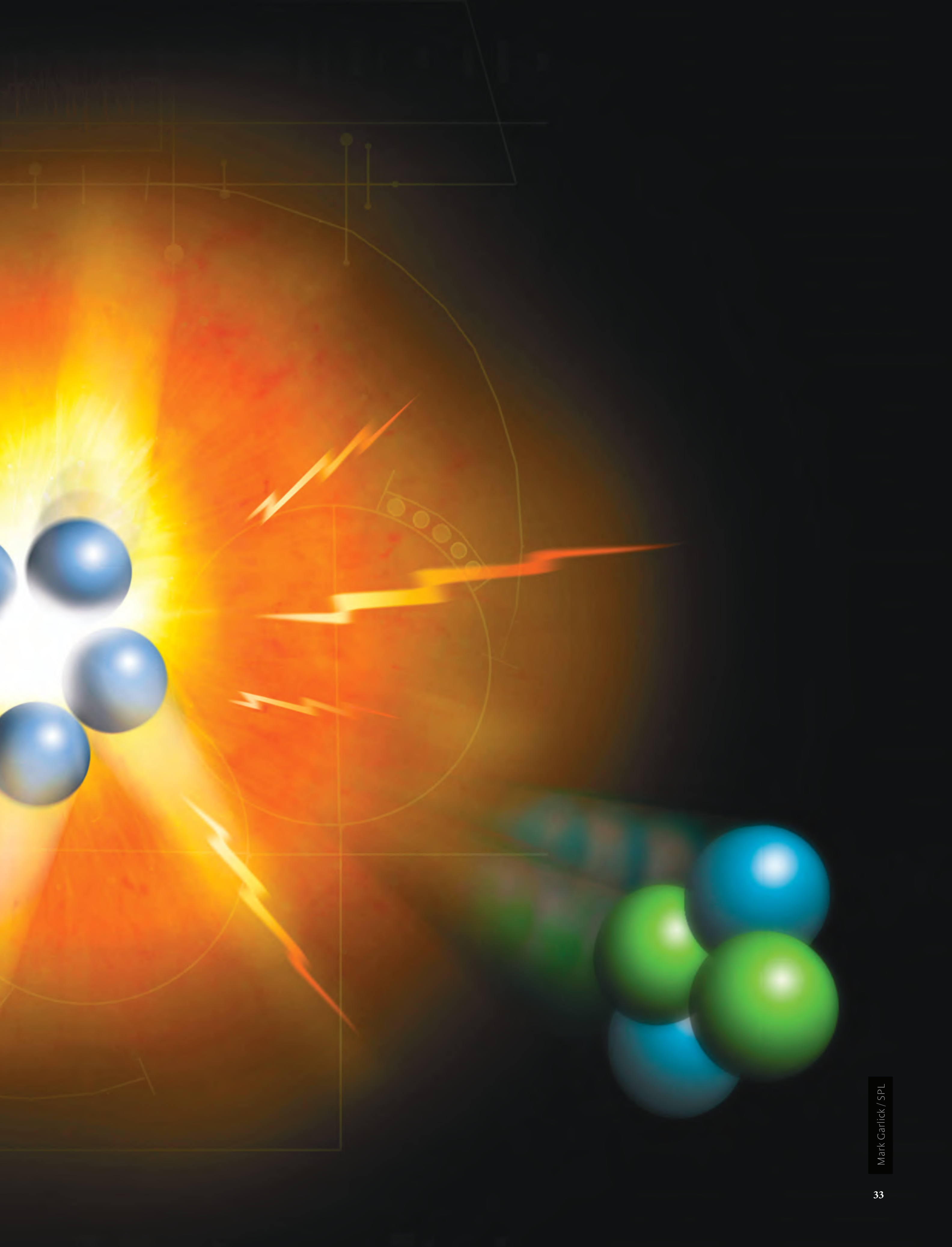

KİTÂBÜ'L-MENÂZIR, (OPTİK KİTABI), EN ÜNLÜ ESERİDİR.
ÇOK GENİŞ KAPSAMLI BU ÇALIŞMA, UZUN YILLAR AVRUPA ÜNİVERSİTELERİNDE DERS KİTABI OLARAK OKUTULDU.
İBNÜ'L-HEYSEM (965 – 1038 / 1040)
BİRÇOK TARİHÇİYE GÖRE, DENEY VE GÖZLEME DAYALI BİLİMSEL METODUN KURUCUSU OLARAK KABUL EDİLİR. HAKİKATE BAĞLI OLMAYI ÖNCELEYEN İBNÜ'L-HEYSEM, ŞÖYLE DER: "KRİTİK İNCELEMELERİNDE KİŞİ KENDİNDEN DE ŞÜPHE ETMELİDİR, ANCAK BU SAYEDE ÖNYARGI VEYA HOŞGÖRÜNÜN TUZAĞINA DÜŞMEZ."
-SON-

Füzyon Enerjisi

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Nükleer füzyonla enerji üretimi üzerine 1940'lardan beri araştırmalar yapılıyor. Henüz füzyon santralleri kurmaktan çok uzak olsak da uzun yıllardır yapılan çalışmalar sonuç vermeye başladı.

Atomların türünün değiştiği nükleer süreçler fisyon ve füzyon olmak üzere iki gruba ayrılır.
Günümüzde insanların enerji ihtiyacını karşılamak için yararlanılan nükleer enerji santrallerinde atom çekirdeklerinin parçalandığı fisyon süreçleriyle enerji elde ediliyor.
Füzyonla enerji elde etmek de tabii ki mümkün. Ancak yıldızların çekirdeğinde doğal olarak gerçekleşen bu çekirdek tepkimelerini kontrollü bir biçimde meydana getirerek enerji elde etmek oldukça zor. Yine de pek çok araştırmacı füzyon enerjisi üzerine çalışmaya devam ediyor. Çünkü füzyonun fisyon karşısında pek çok avantajı var.

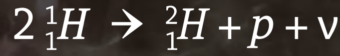

Mark Garlick / SPL

Füzyon

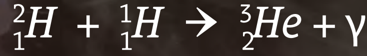
Nükleer füzyon, iki ya da daha fazla atom çekirdeğinin kaynaşarak daha büyük bir atom çekirdeği oluşturmasıdır. Yan ürün olarak proton ve nötron gibi atomaltı parçacıkların da ortaya çıkabildiği bu tepkimeler enerji tüketebilir ya da enerji açığa çıkarabilir. Tepkimeye giren ufak atomların toplam kütlesi, açığa çıkan ürünlerin toplam kütlesinden büyükse enerji açığa çıkar (ürünlerin toplam kinetik enerjisi tepkimeye girenlerin toplam kinetik enerjisinden büyük olur); küçükse enerji harcanır (ürünlerin toplam kinetik enerjisi tepkimeye girenlerin toplam kinetik enerjisinden küçük olur).

Atom numarası (çekirdeğindeki proton sayısı) küçük elementlerdeki nükleonlar (atom çekirdeğindeki protonlar ve nötronlar) atom numarası büyük elementlerdeki nükleonlara kıyasla birbirlerine daha güçlü bağlanır. Bu yüzden küçük atom çekirdekleri arasındaki füzyon tepkimeleri genellikle ekzotermik (enerji veren), büyük atom çekirdekleri arasındaki füzyon tepkimeleriyse genellikle endotermik (enerji alan) olur. Genel bir kural olarak, ortaya çıkan atom çekirdeğinin demir-56 izotopundan küçük olduğu durumlarda füzyon tepkimeleri enerji açığa çıkarır. Atom çekirdeklerinin parçalandığı fisyon tepkimeleri içinse tersi geçerlidir. Büyük atom çekirdeklerinin fisyonla parçalanması genellikle ekzotermik, küçük atom çekirdeklerinin fisyonla parçalanması ise genellikle endotermiktir. Bu yüzden bugün fisyonla enerji üretilen nükleer santrallerde yakıt olarak ağır radyoaktif elementler kullanılıyor.

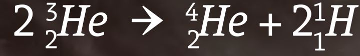
Dünya'daki yaşamın ana enerji kaynağı olan Güneş de füzyonla enerji üretir. Güneş'in merkezinde gerçekleşen füzyon süreci özetle şöyle ilerler:



$$2\,{}^1_1H \rightarrow {}^2_1H + p + \nu$$

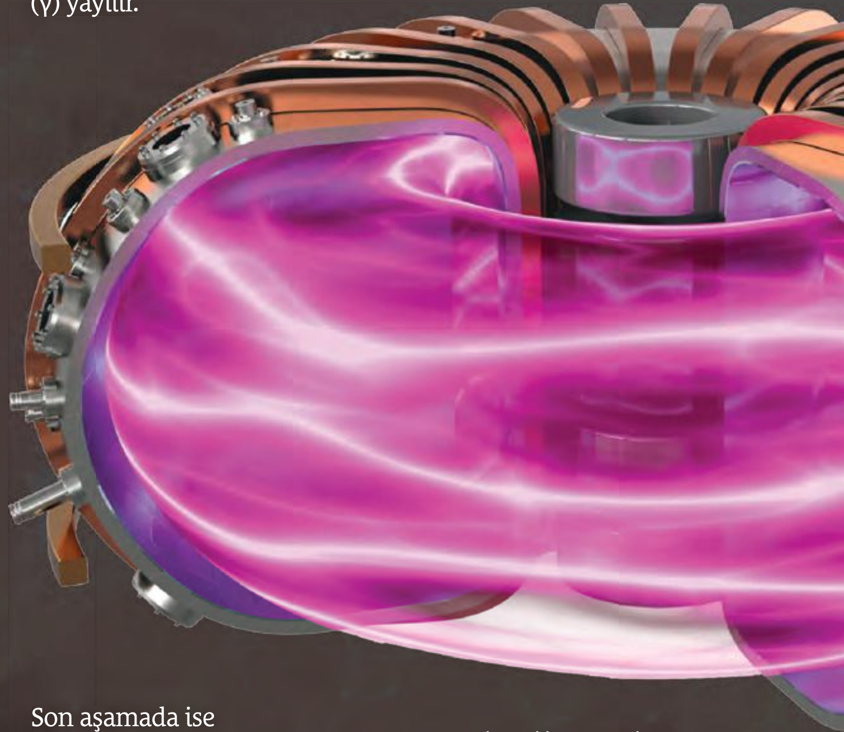


$${}^2_1H + {}^1_1H \rightarrow {}^3_2He + \gamma$$



$$2\,{}^3_2He \rightarrow {}^4_2He + 2\,{}^1_1H$$

Üç aşamalı bu sürecin ilk aşamasında iki proton (hidrojenin protyum izotopunun çekirdeği) kaynaşarak bir döteryum izotopu (${}^2_1$H) oluştururken bir pozitron (p) ve bir nötrino (ν) açığa çıkar. İkinci aşamada bir döteryum izotopu ile bir proton kaynaşarak bir ${}^3_2$He izotopunu oluştururken gamma ışını (γ) yayılır.



Tokamakların genel yapısı

Son aşamada ise ikinci aşamada oluşan ${}^3_2$He izotopları kaynaşarak ${}^4_2$He çekirdeklerini (alfa parçacıklarını) oluştururken iki proton açığa çıkar. Bu üç aşamalı sürecin net sonucu dört protonun kaynaşarak helyum -4 izotoplarını oluşturması, bu sırada iki protonun iki nötrona dönüşmesi ve yan ürün olarak iki pozitronun ve iki nötrinonun ortaya çıkmasıdır.

Güneş'in merkezindeki sıcaklık 15 milyon derecenin, basınçsa 100 milyar atmosferin üzerindedir. Bu koşullar altında her saniye yaklaşık 620 milyon ton hidrojen kaynaşarak helyum-4 izotoplarını oluşturuyor. Bu sırada yaklaşık 4,25 milyon ton kütle enerjiye dönüşüyor.

Yapay Füzyon

İki atom çekirdeğinin bir araya gelerek kaynaşmasının hangi koşullar altında mümkün olduğu tartışılırken dikkate alınması gereken iki temel kuvvet var: elektromanyetik kuvvet ve güçlü kuvvet. Atom çekirdeklerinin elektrik yükü pozitiftir ve aynı işaretli elektrik yükleri birbirini iter. Dolayısıyla elektriksel kuvvetler füzyon tepkimelerinin meydana gelmesinin önünde bir engeldir. Güçlü kuvvet ise atom çekirdeğindeki parçacıkları bir arada tutan kuvvettir. Pozitif yüklü protonların atom çekirdeklerinde bir arada bulunabilmesinden de anlaşılabileceği gibi güçlü kuvvet elektromanyetik kuvveti yenebilir. Ancak güçlü kuvvetin etkinliği atom çekirdeği ölçeğiyle ($\approx 10^{-15}$ metre) sınırlıdır. Parçacıklar arasındaki mesafe arttıkça güçlü kuvvet hızla etkisizleşir. Dolayısıyla bir füzyon tepkimesinin gerçekleşebilmesi için atom çekirdeklerinin elektromanyetik kuvveti yenip güçlü kuvvetin etkisini gösterebileceği kadar birbirlerine yaklaşması gerekir.

İki atom çekirdeğinin elektriksel kuvvetleri yenerek birbirlerine yeteri kadar yaklaşabilmeleri için sahip olmaları gereken kinetik enerji Coulomb bariyeri diye adlandırılır. Atom çekirdeklerinin elektriksel yükü ne kadar azsa Coulomb bariyeri o kadar düşüktür. Atom çekirdeklerine Coulomb bariyerini aşmalarına yetecek kadar yüksek kinetik enerji vermenin bir yolu atom çekirdeklerini parçacık hızlandırıcılarda ivmelendirmek, bir başka yolu da ortam sıcaklığını aşırı derecede yükseltmektir.

Enerji açığa çıkaran bir füzyon sürecinin bir reaktörde gerçeğe dönüştürülmesi, reaktörün enerji elde edilmesinde yararlı olması için tek başına yeterli değildir. Önemli olan ortaya çıkan enerjinin ne kadarının toplanıp kullanılabileceği ve reaktörün enerji iletim şebekelerine ne kadar güç aktarabileceğidir. Bir füzyon reaktöründe ortaya çıkan enerjinin bir kısmı fotonlarla ortamdan uzaklaşacak, bir kısmı da parçacıklar arası etkileşimlerle etrafa yayılacaktır. Bir füzyon reaktörünün bu kayıpları en aza indirecek ve ortaya çıkan enerjiyi en yüksek verimle toplayacak biçimde tasarlanması gerekir.

Üzerine Çalışılan Füzyon Tepkimeleri

Füzyon reaktörlerinde tepkimeye girecek atom çekirdeklerini elde etmek için elektronlar atomlardan koparıldığında bir plazma ortaya çıkar. İyonlaşmış atomlardan ve elektronlardan oluşan bu plazmada, füzyon tepkimelerinin başlayabilmesi için yıldızların merkezlerindekine benzer koşulların oluşturulması gerekir.

Bir yıldızın merkezindeki sıcaklık ve basınç aşırı derecede yüksektir. Ayrıca merkezi çevreleyen gazlar, yakıtın ortamdan kolaylıkla uzaklaşmasına engel olarak atom çekirdeklerinin uzun süre bir arada kalmasını sağlar. Benzer biçimde yapay füzyonun meydana geleceği ortamda da hem yeteri kadar yüksek basınç ve sıcaklık değerlerine ulaşılması hem de yakıtın yeteri kadar uzun süre belirli bir hacmin içine hapsolması gerekir.

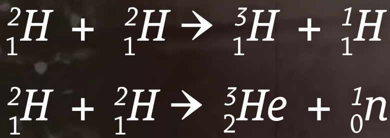
Füzyonun gerçekleşeceği koşulları oluşturmanın aşırı derecede zor olması nedeniyle, araştırmacılar doğal olarak en kolay gerçekleştirilebilecek füzyon tepkimelerine odaklanıyorlar. Üzerine en çok çalışma yapılan füzyon tepkimelerinde genellikle döteryum (${}^{2}_{1}H$) ve trityum (${}^{3}_{1}H$) yer alıyor. Ayrıca bor -11 (${}^{11}_{5}B$) izotoplarının da füzyon reaktörlerinde yakıt olarak kullanılması üzerine araştırmalar yapılıyor.

Gerçekleştirmesi en kolay füzyon tepkimesi döteryum ile trityumun kaynaşarak alfa parçacıklarını oluşturması:



$${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

İkinci sırada döteryum izotoplarının kendi arasındaki füzyon tepkimeleri geliyor:



$${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{1}H + {}^{1}_{1}H$$

$${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

Bir başka alternatif döteryum ile helyum-3 izotoplarının füzyonu:

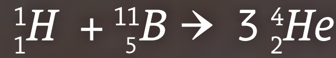


$${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{2}He \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{1}H$$

Bu tepkimelerle ilgili bir sorun, yeterli miktarda yakıt bulmanın zorluğu. Örneğin helyum-3 ve trityum izotopları yeryüzünde çok nadir bulunuyor. Bu yakıtlardan yararlanabilmek için büyük olasılıkla yakıtların kendilerinin de başka çekirdek tepkimeleriyle üretilmesi lazım. Ayrıca kaynaşma tepkimesi sonucunda nötronların ortaya çıkması da başka bir sorun. Bu yüksüz parçacıklar kolaylıkla ortamdan uzaklaşırken beraberlerinde yüksek miktarda enerji de götürüyorlar. Bu durum sistemin verimliliğinin düşmesi anlamına geliyor. Örneğin döteryum ve trityum izotopları arasındaki tepkimede açığa çıkan enerjinin yaklaşık %80'i nötronlar ile beraber hızla ortamdan uzaklaşıyor.

Döteryum ve helyum-3 izotoplarını kaynaştırmak için geliştirilmiş bir sistemde, ilk bakışta benzer bir sorun olmayacağı düşünülebilir. Ancak bu sistemlerde de döteryum izotoplarının birbirleriyle kaynaşmasını engelleyip sadece helyum-3 izotoplarıyla kaynaşmasını sağlamak mümkün değil. Bu sistemlerde yan ürün olarak ortaya çıkacak nötronlar da yüksek miktarda enerjinin ortamdan uzaklaşmasına neden olacaktır.

Hem ham madde bulmanın kolaylığı hem de yan ürün olarak nötronların ortaya çıkmaması bakımından öne çıkan bir alternatif bor-11 izotopları ile protyum (${}^{1}_{1}H$) izotoplarını kaynaştırmak:



$${}^{1}_{1}H + {}^{11}_{5}B \rightarrow 3\,{}^{4}_{2}He$$

Bu tepkimeyle ilgili en önemli sorunsa hidrojen ve helyum izotopları içeren tepkimelere kıyasla çok daha aşırı koşullar gerektirmesi. Örneğin, bu tepkimeyi gerçekleştirmek için ulaşılması gereken sıcaklık, hidrojen izotopları arasındaki tepkimelerin gerektirdiğinin yaklaşık on katı.

Füzyon Reaktörleri

Bir füzyon reaktörünün atom çekirdeklerinin kaynaşmasına imkân verecek koşulları oluşturabilmesi gerekir. Bugüne kadar bu amaçla çok çeşitli tasarımlar denendi. Başarılı sonuçlar elde edilememesi nedeniyle bu tasarımların büyük çoğunluğundan vazgeçildi. Günümüzde füzyon santrallerinde enerji elde edilmesini sağlayacak koşulları oluşturabileceği düşünülen yöntemler arasında özellikle iki tanesi öne çıkıyor.

Üzerine yoğun çalışmalar yapılan füzyon reaktörü tasarımlarından birincisi tokamaklar. Füzyon tepkimelerinin meydana gelebildiği yüksek sıcaklıklarda atomlar iyonlaşır ve pozitif yüklü atom çekirdekleri ile elektronlardan oluşan bir plazma ortaya çıkar. İçerdiği parçacıkların elektriksel olarak yüklü olması, plazmanın manyetik yöntemlerle kontrol edilebilmesine imkân verir. Tokamak denilen füzyon reaktörü tasarımlarında



ITER'deki füzyon reaktörü kurulum aşamasındayken çekilmiş bir fotoğraf

da yakıtı belirli bir hacmin içine hapsetmek için manyetik alanlardan yararlanılır.

Öne çıkan diğer yöntemde ise füzyonun gerçekleşebileceği koşulları oluşturmak için lazerlerden faydalanılıyor. Bu sistemlerde, lazerler ya doğrudan ya da dolaylı olarak içerisinde yakıt bulunan bir topağı ısıtmak için kullanılıyor. Isınan topak içe çökerek yakıtı sıkıştırıyor. Böylece yakıtın sıcaklığının ve basıncının yeteri derecede yükselmesi amaçlanıyor.

Başarılı Çalışmalar

Tokamaklardaki plazma yoğunluğu düşüktür. Örneğin Fransa'daki Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü'ndeki (ITER) çalışmalarda plazma yoğunluğu yaklaşık olarak atmosfer yoğunluğunun milyonda biri civarında tutuluyor. Yoğunluğun bu kadar düşük olması, hem füzyon tepkimelerini başlatmak için gerekli sıcaklığın daha yüksek olmasını hem de plazmanın görece daha uzun süre bir hacmin içine hapsolmasını gerektiriyor.

Bugün için tokamaklardaki plazmaları yeteri derecede ısıtmanın bir sorun olmaktan çıktığı söylenebilir. Örneğin, 2021 yılında, Çin'deki Deneysel İleri Süperiletken Tokamakta (Experimental Advanced Superconducting Tokamak) araştırmacılar plazmanın sıcaklığını 101 saniye boyunca 120 milyon derece santigratın üzerinde tutmayı başardılar. Şu an için tokamaklarda füzyonla enerji üretiminin önündeki en büyük engel, bu kadar yüksek sıcaklıktaki plazmayı yeteri kadar uzun süre bir arada tutabilmek. Henüz tokamaklarda füzyonla enerji elde edilebilmiş değil.



Üzerine lazer ışığı tutulan yakıt topağı

Bugüne kadar füzyonla enerji üretimi üzerine yapılmış en başarılı çalışmaya Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Ateşleme Merkezinde (NIF) çalışan araştırmacılar imza attı. Döteryum ve trityum izotoplarının kaynaştırıldığı deneyler sırasında enerji elde edildi. Araştırmacılar ilk olarak içerisinde yakıt topağı bulunan altın bir silindirin duvarlarına lazer ışığı tuttu. Isınan silindirden yayılan X ışınları da yakıt topağına enerji aktararak ısınmasını sağladı. Isınan topak içe çökerek yakıtın sıcaklığının ve basıncının artmasına neden oldu. Böylece füzyon tepkimeleri tetiklendi. Deneyler sırasında sisteme 2,05 MJ enerji verildi ve sonuçta 3,15 MJ enerji açığa çıktı. Ancak bu başarı da maalesef yakın gelecekte füzyon santralleri kurulabileceği anlamına gelmiyor. Her ne kadar ilk bakışta net olarak enerji elde edilmiş gibi görünse de füzyon tepkimelerini tetiklemek için kullanılan lazerler 300 MJ'den fazla enerji tüketiyor. Ayrıca bu yöntemin bir füzyon santralinde kullanılabilmesi için yakıtın saniyede on kez ısıtılması gerekiyor, deneyler sırasında kullanılan lazerler ise günde sadece bir kez ateşlenebiliyordu. Yakıt topaklarını üretmenin çok yüksek maliyetli olması da bir başka sorun.

Füzyonun Fisyona Göre Avantajları

Bir nükleer enerji kaynağı olarak füzyonun fisyona göre pek çok avantajı var. İlk olarak füzyonla enerji üretimi çok daha güvenli. Fisyon santrallerindeki reaktörler birkaç ay, hatta birkaç yıl yetecek kadar yakıtla doldurulur. Enerji üretim sürecinin kontrolden çıkması durumunda, 1986 yılında Çernobil'de olduğu gibi, çok büyük felaketler yaşanabilir. Füzyon reaktörlerinde ise genellikle az miktarda yakıt bulunur, üretim sürecinin devam etmesi için reaktöre sık sık yakıt ikmali gerekir. Ayrıca füzyonun gerçekleştiği koşulları sağlamak çok zordur. Dolayısıyla, sürecin kontrolden çıkması durumunda, hem reaktörde az miktarda yakıt bulunması hem de füzyonun gerçekleşmesini sağlayan koşulların hızla yok olması bir felaket yaşanmasını engeller.

Füzyon reaktörleri fisyon reaktörlerine kıyasla çok daha az radyoaktif madde ortaya çıkarır. Ayrıca ortaya çıkan radyoaktif maddeler canlılar için daha az zararlıdır. Fisyon reaktörlerinin ortaya çıkardığı atıklar ise binlerce yıl boyunca radyoaktif kalmaya devam eder. Bu atıkların bu kadar uzun süre çevreye ve canlılara zarar vermeden nasıl depolanacağı önemli bir sorundur. Füzyon reaktörlerinin ortaya çıkardığı radyoaktif atıkların yarı ömrü ise kısadır. Beş yüz yıl içinde füzyon atıklarının radyoaktiflik düzeyi sıradan atıkların seviyesine iner. Bu düşük seviyeli radyoaktif atıkların, günümüz teknolojileriyle çevreye ve canlılara zarar vermeyecek biçimde depolanması mümkündür.

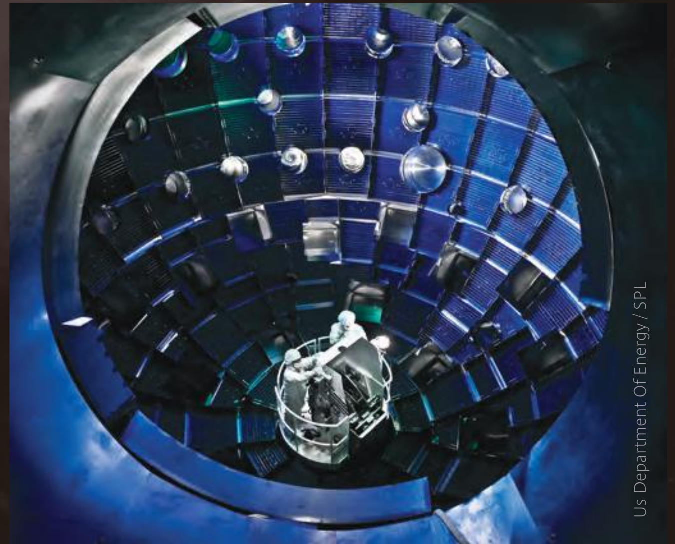
Füzyonun fisyona kıyasla en önemli avantajlarından biri de yakıt bolluğudur. Fisyon reaktörlerinde kullanılan ağır radyoaktif izotoplar, nadir bulunur maddelerdir. Döteryum ve bor gibi muhtemel yakıtlar ise yeryüzünde çok daha boldur. Örneğin deniz sularındaki her 6.500 hidrojen atomundan biri döteryum izotopudur. Sadece deniz sularından elde edilecek döteryum bile milyonlarca yıl boyunca insanların enerji ihtiyacını karşılayabilir.

Christian Lunig / SPL

NIF' deki füzyon haznesi

Sonuç

Güneş gibi yıldızların merkezinde meydana gelen füzyon süreçlerini taklit ederek enerji elde etmek zor. Ancak çekirdek tepkimeleri yüksek miktarda enerji açığa çıkarıyor. Üstelik füzyon tepkimeleri için bol miktarda yakıt bulmak da görece kolay. Gerçeğe dönüştürülmesi hâlinde füzyonla enerji üretimi, uzun yıllar boyunca tüm insanların enerji ihtiyacını karşılayabilir. Üstelik bir nükleer enerji kaynağı olarak, fisyona kıyasla füzyon hem çok daha güvenli hem de çok daha çevre dostu. Füzyon santralleri kurmak hâlâ uzak bir hedef olsa da gün geçtikçe bu hedefe yaklaşılıyor. ■



NIF' deki füzyon haznesi

Gürkan Caner Birer [*teknoyasam@tubitak.gov.tr*



Togg Teslimatları Başladı

Türkiye'nin yerli ve millî otomobili Togg T10X, ön sipariş veren 20 bin kişiye teslim edilmeye başlandı. 177 bin 467 kişinin başvurduğu ve noter huzurunda yapılan çekilişle belirlenen talihliler, araçlarını bu aydan itibaren yıl sonuna kadar teslim alacaklar. Togg T10X, 314 km ve 523 km menzilli elektrikli ve akıllı bir C SUV. Fiyatları ise 953 bin TL ile 1 milyon 215 bin TL arasında değişiyor.

Togg T10X'in piyasaya çıkmasıyla birlikte, elektrikli otomobil pazarında rekabet de kızışacak. Tesla, Türkiye'ye geldiğini duyurdu ve Model Y için ön siparişleri almaya başladı. Model Y, Togg T10X ile benzer bir segmentte yer alıyor ve 540 km menzile sahip. Fiyatı ise 1 milyon 600 bin TL'den başlıyor. Birçok otomobil markası da elektrikli araçlarını Türkiye'ye getirmeye başladı. Dolayısıyla, önümüzdeki 5 yıl içerisinde bolca elektrikli şarj istasyonunun kurulması planlanıyor.



Robotaksi Şikayetleri



Taksiciler robot da olsa insanları memnun edemeyebiliyor. Robotaksi; sürücüsüz taksi veya otonom taksi olarak da bilinen, bir ulaşım paylaşım şirketi için çalışan otonom bir araçtır. Otonom sürüş düzeyi 4 veya 5 olan Robotaksiler, yakın gelecekte şehirler için önemli bir mobilite çözümü olma hedefindeler. Özellikle yol güvenliği, yenilenebilir enerji, trafik sıkışıklığı ve park sorunları üzerinde de çok olumlu bir etkiye sahip olma iddiasındalar. Ancak robotaksi devriminin gerçekleşmesi biraz daha zaman alabilir. San Francisco İl Ulaşım Otoritesi (SFCTA), robotaksi üreticileri Waymo ve Cruise'un şehirdeki hızlı genişlemesi konusunda endişelerini dile getirmek için California Kamu Hizmetleri Komisyonuna iki mektup yazdı. Alphabet ve GM'nin otonom araç yan kuruluşları olan bu firmalarca üretilen robotaksiler, şu anda şehirde sürücüsüz olarak 10.00 ile 18.00 saatleri arasında ücretli taşıma yapabiliyor. Ancak araçlar zaman zaman trafiği engelliyor ve onlara dışarıdan müdahale edilemiyor. Örneğin, bir yangın nedeniyle itfaiyeciler tarafından kapatılan bir yoldan geçmeye çalışan bir robotaksi bir türlü durdurulamadı. Önü kapatıldığında yan taraftan geçmeye çalışan taksiyi durdurmak için itfaiyeciler en sonunda camını kırmak zorunda kaldı. Başka bir olayda otobüsün önünde duran ve hareket etmeyi reddeden bir robotaksi saatlerce trafiği tıkadı.

Robotaksiler güzel bir fikir gibi görünüyor ama iyi bir taksici olmak için biraz daha tecrübe kazanmaları gerekecek gibi.

–

https://bit.ly/robotaksi

Dijital Orman Gözcüsü

Yaz geliyor ve maalesef orman yangınları tehlikesi başlıyor. Torch Systems orman yangınlarını engellemek için düşük maliyetli bir çözüm geliştirdi. 299 dolara dış ortama takılan cihaz 10 dönümlük bir alanı kapsama alanına alarak yangın belirtilerini izliyor. Geleneksel algılama ekipmanlarının aksine, Torch'un kablosuz sensör ağı görüş hattı gerektirmiyor. Cihaz; görsel, termal ve gaz özelliklerini ölçen sensörler kullanarak küçük çaplı yangınları bile algılayabiliyor. Aynı zamanda bakım gerektirmiyor ve tek bir şarjla günlerce çalışabiliyor.



–

https://www.torchsensors.com/



Yapay Zekâya Hücum

Geçtiğimiz yılın sonlarında başlayan üretken yapay zekâ fırtınası dinmek bilmiyor. ChatGPT ile gündemimize giren üretken yapay zekâ; metin, ses ve görüntü gibi verileri insan benzeri bir şekilde oluşturabilen sistemleri ifade ediyor. Hemen her gün bu alanda yeni bir proje veya teknolojik ilerleme haberi geliyor. Birçok büyük teknoloji firması bu alanda ürün geliştirmek için âdeta yarışıyor. Microsoft Word, Excel ve Powerpoint gibi ofis programlarının üretken yapay zekâyla bütünleşik çalıştığı Microsoft 365, "Copilot" adlı hizmetini tanıttı. Bu sayede Excel'de formül yazmak zorunda kalmadan sadece beklentilerinizi açıkça belirterek tablolar düzenleyebilir veya var olan bir dokümandan otomatik Powerpoint sunumu oluşturabilirsiniz. Benzer birçok özelliğe sahip olan Copilot, şimdilik pilot aşamasında belirli sayıda firma tarafından test ediliyor. Microsoft ayrıca Bing arama motoruyla GPT-4 adlı en gelişmiş üretken yapay zekâ modelini bütünleşik çalıştırmaya başladı. Bu sayede Bing ile sohbet ederek araştırmalarınızı yapabilirsiniz. Bu değişiklik işe yaramış olsa gerek, çünkü Bing günlük 100 milyon aktif kullanıcıya erişti. Google'ın günlük 1 milyar aktif kullanıcısı olduğu düşünüldüğünde bu rakam fena sayılmaz.

Diğer yandan, Google da boş durmuyor elbette, kendi yapay zekâ botunu Bart adıyla tanıtarak sınırlı kullanıma açtı. İlk yorumlar Bart'ın ChatGPT kadar başarılı olmadığı yönünde. Ayrıca Replit adlı kodlama platformuyla iş birliği yapan Google; kodlamayı kolaylaştıran, hatta kimi zaman hiç kod bilmeden de program yazmayı sağlayan bir sistem geliştirmeyi hedefliyor. Adobe ürünleri de üretken yapay zekâyı kullanarak Photoshop gibi fotoğraf düzenleme ve tasarım araçlarını kolay kullanılabilir hâle getirmeye çalışıyor. Bu sırada Facebook, LLaMA adındaki 65 milyar parametreyle eğitilmiş dil modelini araştırmacılara dağıttı. Çok kısa bir süre içinde illegal olarak dağıtılmaya başlanan model sayesinde bilgisayarınızda çalışan yetenekli bir Chat robotuna sahip olabilirsiniz.

Elbette bu gelişmelerden endişe duyanlar da var. Elon Musk ve Apple'ın CEO'su Tim Cook gibi toplamda binden fazla teknoloji lideri, çok güçlü yapay zekâ üretmeye yönelik çalışmaların en azından 6 aylığına dondurulması için bir mektup yayınladılar. Mektupta, üretken yapay zekânın insanlık için büyük bir tehlike oluşturduğu, gelişmelerin çok hızlı ilerlediği ve kontrol edilemez hâle gelebileceği uyarısı yapıldı. Grup, bir an önce bu çalışmaları kontrol altına alabilecek düzenlemelerin getirilmesi gerektiğini düşünüyor. Tabii ki gerçek neden farklı olabilir. Yapay zekâ yarışında biraz geri kaldığını düşünen bu teknoloji firmaları, böylesi tartışmalarla zaman kazanmak istiyor olabilir. Diğer taraftan İtalya ChatGPT'yi kullanıcı verilerini korumaya yönelik yeterince açıklayıcı bilgilendirmeler yapmadığı için geçici olarak yasakladı. Önümüzdeki yıllarda bu tür tartışmaları bolca duyacağız gibi görünüyor.

–

https://bit.ly/yz-hucum

NASA’nın Gözleri

Güneş sisteminde gezinmek ve gezegenler arası seyahat etmek için uzay giysisine ihtiyacınız yok. Tek ihtiyacınız internet bağlantısı olan bir cihaz. “NASA’nın Gözleri” adındaki web sayfasıyla uzayı üç boyutlu olarak keşfedebilir, cüce gezegenler hakkında temel bilgileri veya gaz devlerine dair ince detayları öğrenebilirsiniz. Ayrıca Perseverance uzay aracıyla Kızıl Gezegen Mars’a iniş gibi geçmişte gerçekleştirilmiş 126’dan fazla uzay görevinin yanında, şu anda devam eden görevleri de inceleyebilirsiniz. Hatta 1949’dan başlayarak 2049’a kadar devam edecek görevlerde yer alan uzay araçlarının ve gök cisimlerinin güzergâhlarını takip edebilirsiniz. Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün’le yapacağınız “Büyük Turlar” da dâhil olmak üzere zengin etkileşimli yolculuklara göz atmak için *eyes.nasa.gov* adresini ziyaret edebilirsiniz.



Google’dan En Ucuz Uçak Bileti Garantisi



Uçak biletleri zamana göre çok çabuk değişebilen fiyatlara sahip. Çok erken almak her zaman en ucuz fiyat anlamına gelmiyor. Bazen uçuşa birkaç gün kala uçağın fiyatı düşebiliyor. Bu nedenle ucuz uçak bileti bulmaya yardımcı olan bir sürü web sayfası ve uygulama var. Bu sistemler onlarca havayolundaki bilet fiyatlarını takip ederek en ucuz bileti bulmaya çalışıyor. Bu firmalardan birisi de Google. Google Flight adını verdiği hizmetiyle istediğiniz yere en uygun uçak biletlerini bulabiliyorsunuz. Google kendisini diğerlerinden bir adım öne çıkarabilecek yeni bir özellik tanıttı. Artık Google Flight üzerinden aldığınız biletlerde fiyatlar sizin ödediğinizin altına inerse aradaki farkı Google karşılayacak. Şimdilik sadece ABD’de ve seçili olan uçuşlarda geçerli olan sistem başarılı olursa yaygınlaştırılacak. Eğer bu uygulama başarılı olursa diğer firmalardan da benzer hizmetleri bekleyebiliriz.

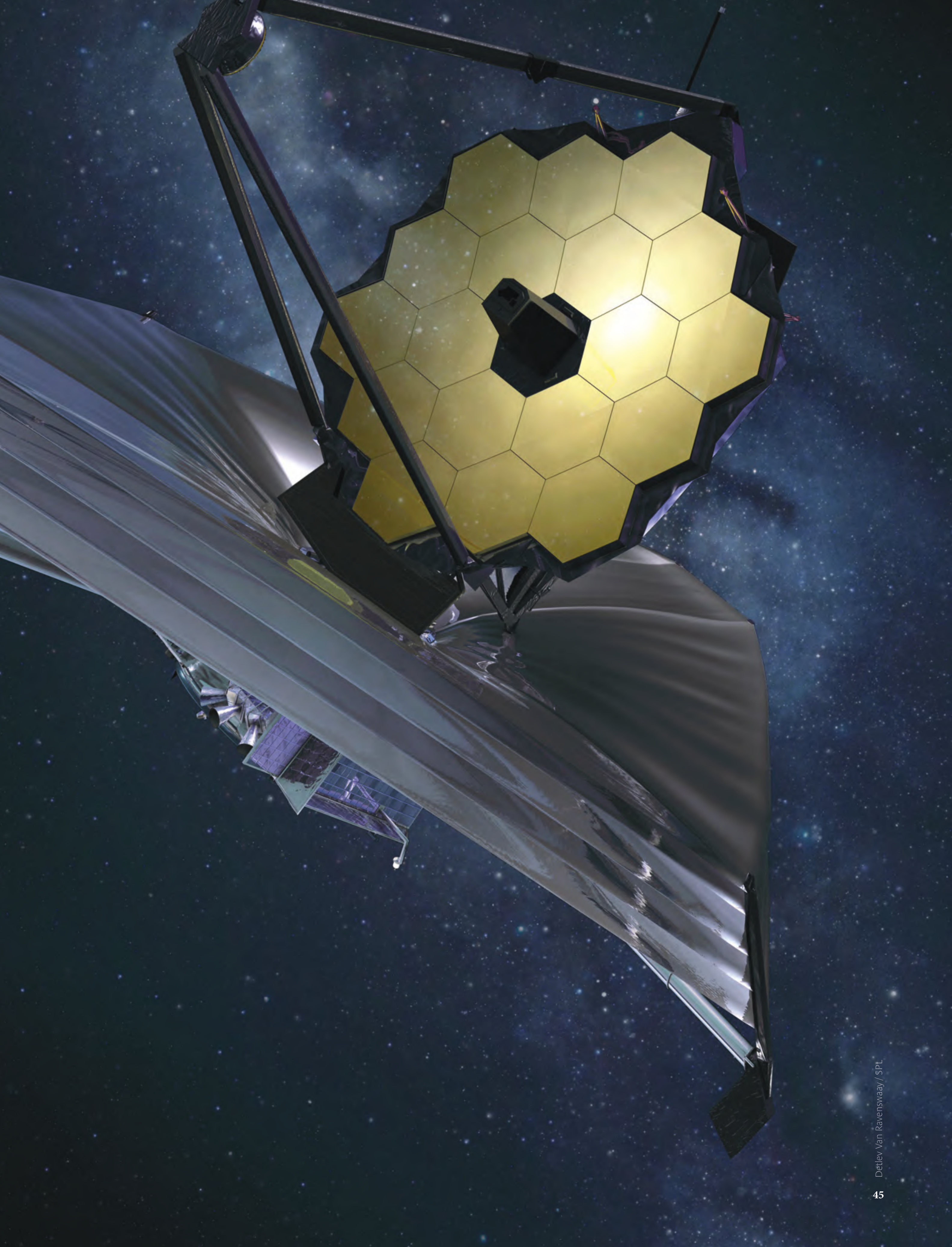
–

https://bit.ly/garanti-bilet

James Webb Uzay Teleskobu Keşiflerine Hızla Devam Ediyor!

Dr. Özlem Kılıç Ekici [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bugüne kadar uzaya gönderilmiş en güçlü ve hassas gözlemevi olan James Webb Uzay Teleskobu (JWST: James Webb Space Telescope), Amerikan Uzay Dairesi (NASA), Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve Kanada Uzay Ajansı (CSA) ortaklığında, 15 farklı ülkeden çok sayıda bilim insanının 20 yıldan fazla süren çalışmaları neticesinde geliştirildi. 25 Aralık 2021'de Fransız Guyanası'ndaki Kourou'dan bir Ariane 5 roketiyle uzaya fırlatıldı ve aşama aşama açılarak Ocak 2022'de Dünya'ya yaklaşık 1,5 milyon km uzaklıkta gözlem yapacağı yörünge noktasına, yani Güneş-Dünya ikilisinin ikinci Lagrange (L2) noktasına ulaştı. Optik ayarların ve testlerin tamamlanmasının ardından ilk JWST görüntüsü, 11 Temmuz 2022'de tüm dünyayla paylaşıldı. 12 Temmuz 2022 tarihinden itibaren de ilk tam renkli görüntüler ve spektroskopik veriler NASA tarafından yayınlanmaya başladı. Böylece JWST'nin bilimsel gözlemleri resmen başladı. Keşifler hız kesmeden devam ediyor.

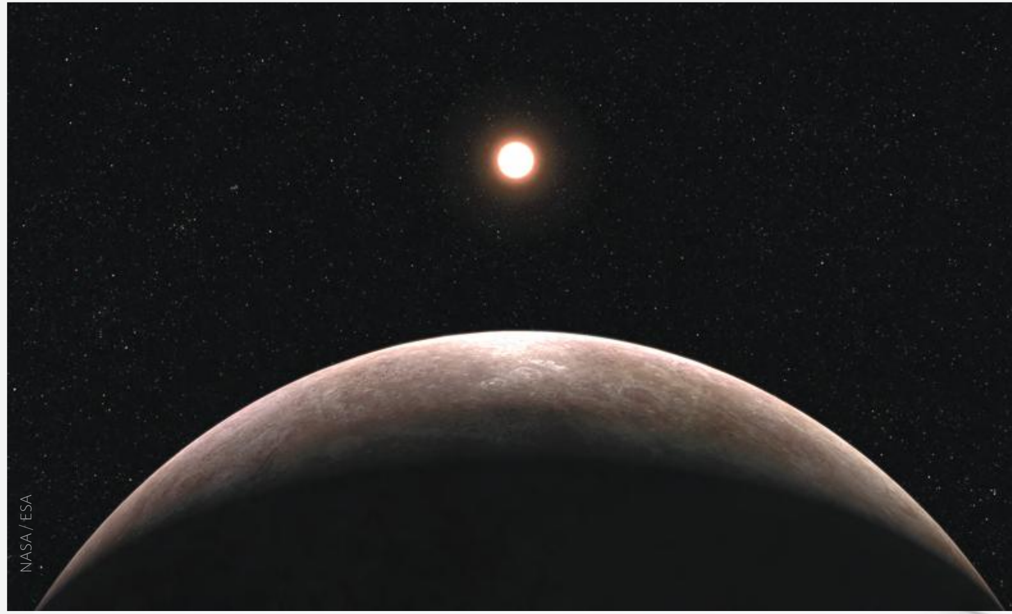


Detlev Van Ravenswaay / SPL

JWST, Hubble Uzay Teleskobu'nun (HST: Hubble Space Telescope) halefi olarak görülse de Hubble'dan farklı özelliklere sahip. Ana aynasının çapı 2,4 metre ve ışık toplayan ayna alanı ise 4,5 metrekare olan HST; ışık tayfının görünür, yakın morötesi ve yakın kızılötesi bölgelerinde gözlem yapıyor. JWUT ise uzun dalga boylu görünür ışık ve yakın kızılötesi ışığın yanı sıra orta kızılötesi ışığa da duyarlı.

Toplamda 6,5 ton kütleye sahip JWST; optik ve bilimsel aygıtlar (kameralar, tayfölçerler vb.), Güneş kalkanı, taşıyıcı uzay aracı ve destek sistemleri olmak üzere üç ana bölümden oluşuyor. Kızılötesi bir teleskop olan JWST'nin ana aynası; 6,5 metre çapında ve toplam 25,4 metrekare alana sahip, altın kaplamalı bir berilyum reflektörü. Ayna, teleskop fırlatıldıktan sonra açılan 18 altıgen parçadan oluşuyor. Bu ayna sayesinde JWST 13,5 milyar ışık yılı uzağı, yani evrenin ilk yıldızlarının ve gök adalarının oluştuğu zamanı gözlemleyebilir.

JWST, üç farklı bilimsel alıcı içeriyor. Gök cisimlerinin görüntülerini alan kamera, onlardan gelen ışığı renklerine ayıran bir tayfölçer ve etrafındaki gezegenleri görüntüleyebilmek için barınak yıldızının ışığını kapatıp görüntü alabilen bir koronograf. Yakın kızılötesi bölgede veri alan üç alıcı (NIRCam, NIRSpec ve FGS/NIRISS) -234 °C sıcaklıkta çalışabilirken orta kızılötesi bölgede veri toplayacak MIRI isimli alıcının çalışma sıcaklığı ise -266 °C.



Bir ötegezegenin ve yıldızının temsilî çizimi (NASA, ESA, CSA, STScI)

Tenis kortu büyüklüğündeki beş katmanlı Güneş kalkanı ise teleskop ve alıcıların çok düşük sıcaklıklarda çalışması için Güneş ışınlarını önlemek üzere geliştirildi. Kızılötesi ışığı toplayacak ve kaydedecek optik sistem ve alıcıların olduğu kısımda sıcaklığın -235 °C'lara düşmesi beklenirken, Güneş'e bakan Güneş kalkanının en dış yüzeyinde ise sıcaklığın 125 °C'lara yükseleceği tahmin ediliyor.

JWST evrenin erken dönemlerinin yanı sıra gezegenlerin, yıldızların ve gök adaların oluşum ve gelişiminin tüm evrelerini araştırmak; yaşanabilir bölgedeki ötegezegenleri keşfetmek ve başka gezegenlerdeki yaşam için kritik atomlarla molekülleri belirlemek üzere tasarlandı. JWST'nin yapacağı kızılötesi gözlemler, Güneş sistemimizdeki nesnelerin (gezegenler, uydular, kuyruklu yıldızlar, asteroitler ve Kuiper Kuşağı nesneleri) atmosferlerinin ve yüzey yapılarının karakterize edilmesi için de kullanılacak.

JWST'nin yaklaşık 20 yıl boyunca uzaydaki bilimsel görevine devam etmesi ve astronomiye çok büyük katkılar sunması bekleniyor. Elde edilen tüm görüntüler ve veriler evrenin henüz keşfedemediğimiz bilinmeyen yönlerini bize birer birer göstermeye devam edecek.

İlk Ötegezegen Keşfi

Araştırmacılar ilk kez JWST'yi kullanarak başka bir yıldızın yörüngesinde dolanan kayaç bir ötegezegenin varlığını doğruladılar. Resmî olarak LHS 475 b olarak sınıflandırılan bu ötegezegen, Dünya ile neredeyse aynı boyutta. LHS 475 b, yalnızca 41 ışık yılı uzaklıkta ve Octans (Sekizlik) Takımyıldızı bölgesinde bulunuyor.

Araştırma, Johns Hopkins Üniversitesi Uygulamalı Fizik Laboratuvarındaki araştırmacılar tarafından gerçekleştiriliyor. Ekip, gezegenin varlığına işaret eden NASA'nın Geçiş Halindeki Ötegezegen Araştırma Uydusu (TESS: Transiting Exoplanet Survey

Satellite) verilerini dikkatlice inceledikten sonra bu hedefi JWST ile detaylıca tekrar gözlemlemeyi seçti. Webb'in yakın kızılötesi dalga boyu (NIRSpec) kameraları, kayaç gezegeni kolayca ve net bir şekilde yakaladı.

Çalışan tüm teleskoplar arasında yalnızca JWST, Dünya büyüklüğündeki ötegezegenlerin atmosferlerini karakterize etme yeteneğine sahip. Ekip, gezegenin yıldızının arkasından geçişi sırasında (öncesi ve sonrası da dâhil olmak üzere) alınan tayf verilerini analiz ederek gezegenin Dünya büyüklüğünde bir kayaç gezegen olduğunu belirlese de henüz atmosferi olup olmadığı tam olarak bilinmiyor.

Uzmanlar, atmosferde neyin bulunduğu sonucuna varamasa da neyin bulunmadığını kesin olarak söyleyebiliyor; örneğin, Satürn'ün uydusu Titan'ınkine benzer kalın ve metan ağırlıklı bir atmosfere sahip olmadığı kesin. Keşfedilen bu ötegezegenin atmosferi olmaması mümkün görünse de tespit edilmesi çok zor olan saf karbondioksitten bir atmosfere de sahip olabilir. Ayrıca gezegenin Dünya'dan birkaç yüz derece daha sıcak olduğu da tespit edildi. Araştırmacılar ilerleyen süreçte daha çok veri topladıkça, gezegenin karbondioksit atmosferi ve sürekli kalın bulutlarla örtülü olan Venüs'e daha çok benzediği sonucuna da varılabileceğini düşünüyorlar.

JWST'nin gözlemleriyle geçiş ışık eğrisi oluşturularak gezegenin bir yörüngeyi sadece iki günde tamamladığı da doğrulandı. LHS 475 b, yıldızına Güneş sistemindeki herhangi bir gezegenden çok daha yakın konumda. Ancak, bir kırmızı cüce yıldız olduğu tahmin edilen bu yıldızın sıcaklığı Güneş'in sıcaklığının yarısından daha az. Bu nedenle araştırmacılar gezegenin bir atmosferi olabileceğini düşünüyor.

Daha Önce Hiç Görülmemiş Tozlu Disk Görüntüsü

JWST, yakındaki bir kırmızı cüce yıldızı çevreleyen tozlu diski kızılötesi dalga boylarında ilk kez görüntüledi. Söz konusu yıldız sistemi, AU Microscopium veya AU Mic, güney takımyıldızı Microscopium'da, bizden 32 ışık yılı uzaklıkta yer alıyor. Gezegen oluşumu 10 milyon yıldan az sürede gerçekleştiği için, 23 milyon yaşında olduğu tahmin edilen bu yıldız sisteminde gezegen oluşumunun sona erdiği anlaşılıyor. Yıldızın, diğer teleskoplar tarafından daha önce keşfedilen iki gezegeni var. Yıldızı çevreleyen tozlu enkaz diskin artık gezegencikler arasındaki çarpışmalar sonucu oluştuğu belirtiliyor. Çalışmayı yürüten uzmanlara göre, Webb'in benzersiz derecede güçlü araçlarını kullanarak bu sistemin bütünsel olarak çalışılması son derece önemli. Çünkü bu sistem, yeterince yakın ve parlak olan bir enkaz diskine sahip çok az sayıda genç yıldız örneğinden birisi ve hâlihazırda bilinen ötegezegenleri bulunuyor.

Ekip, AU Mic'i incelemek için Webb'in yakın kızılötesi kamerasını (NIRCam) kullandı. Merkezdeki yıldızın yoğun ışığını engelleyen NIRCam'ın koronagrafının yardımıyla yıldıza çok yakın olan bölgeyi incelemeyi başardılar. NIRCam görüntüleri, araştırmacıların diski yıldıza 5 astronomik birim (740.298.240 km) kadar izlemesine izin verdi. Gözlemlerle, 3,56 ve 4,44 mikron dalga boylarında görüntüler elde edildi. Ekip, diskin daha kısa dalga boyunda daha parlak olduğunu, yani "daha mavi" göründüğünü buldu, bu da muhtemelen daha kısa dalga boylarındaki ışığı saçmakta daha verimli olan çok sayıda ince toz içerdiği anlamına geliyor.
Bu bulgu, daha büyük kütleli yıldızların aksine, AU Mic'ten gelen ışınım basıncının diskten ince tozları dışarı atmaya yetecek kadar güçlü olmayacağını belirleyen önceki çalışmaların sonuçlarıyla tutarlıydı.

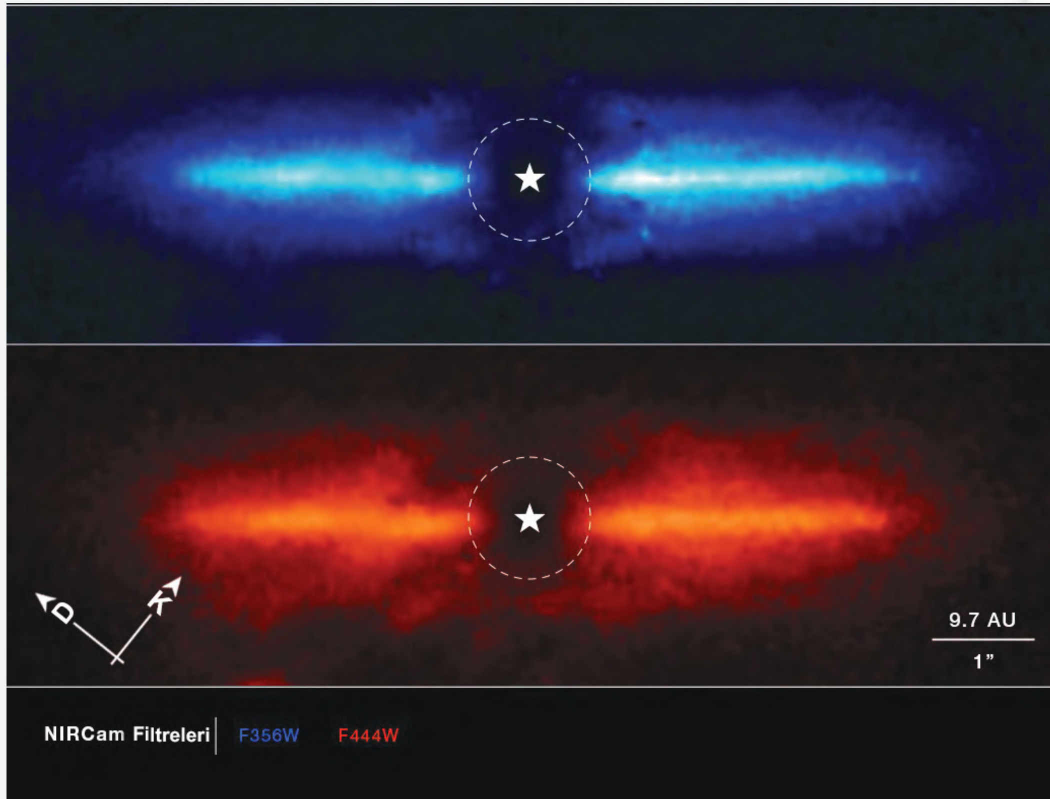
Diski tespit etmek önemli olsa da ekibin nihai hedefi, Jüpiter ve Satürn gibi Güneş sistemimizin buz devlerine benzer büyük yörüngelerdeki dev ötegezegenleri keşfetmek. Bu tür gezegenlerin, geçiş ışık eğrileri veya radyal hız yöntemleri kullanılarak uzak

yıldızların etrafında tespit edilmesi oldukça zor. JWST ile gerçekleştirilen bu çalışma ile düşük kütleli yıldızların etrafındaki tozlu disk bölgesini doğrudan gözlemleme duyarlılığı
ilk kez mümkün oldu.

Erken Evrende Samanyolu Benzeri Galaksilerin Keşfi

Evrenin yaşı, Büyük Patlama'dan günümüze dek geçen zamanı gösterir. En güncel ve hassas bilimsel hesaplamalar evrenin yaşının 13,8 ile 14 milyar arası olduğunu öngörüyor.

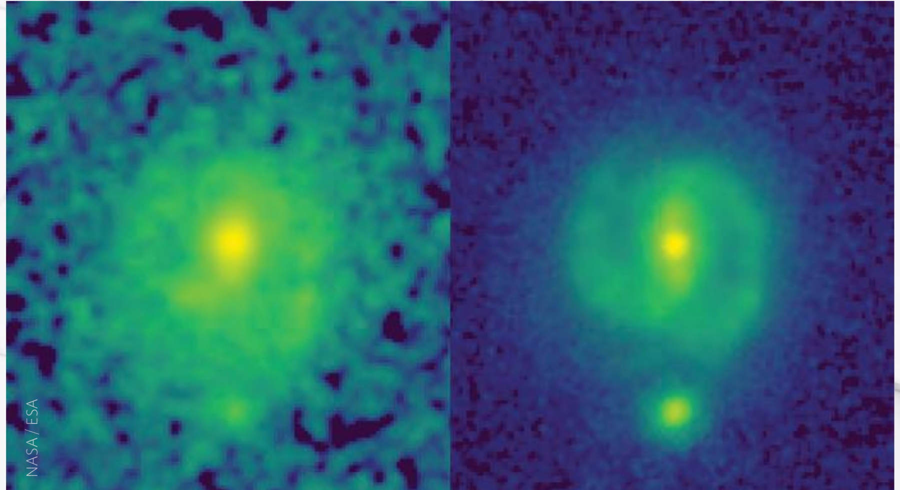
JWST'den alınan yeni görüntüler, evrenin şu anki durumunun yalnızca %25'inin olduğu bir zamanda, yani erken (genç) evrende, ilk kez çubuklu gök adaların mevcut olduğunu ortaya koyuyor. Çubuklu sarmal gök ada, olağan bir sarmal gök adadan farklı olarak merkezinde çubuk biçiminde bir yıldız topluluğuna sahiptir. Ayrıca, galaksinin sarmal kolları bu çubuğun uçlarından uzanır. Çubuklar, merkezî bölgelere kozmik gaz akışını sağlayarak yıldız oluşumunu hızlandırır ve galaksi oluşum sürecinde önemli rol oynar. Ayrıca, dolaylı yoldan galaksilerin merkezlerinde süper kütleli karadeliklerin oluşmasına da yardımcı olurlar. Araştırmacılar, *The Astrophysical Journal Letters* dergisinde yayımlanmak üzere kabul edilen makalelerinde, yaklaşık 11 milyar yıl önce iki adet çubuklu



AU Microscopii yıldızının etrafındaki bir diskin Webb'in yakın kızılötesi kamerası (NIRCam) tarafından çekilen görüntüleri. Pusula okları, ölçek çubuğu ve renk anahtarı referans olarak veriliyor. Kuzey ve doğu pusula okları, görüntünün gökyüzündeki yönünü gösteriyor. Gökyüzünde (aşağıdan görüldüğü gibi) kuzey ve doğu arasındaki ilişkinin, yer haritasındaki (yukarıdan görüldüğü gibi) yön oklarına göre ters çevrildiğine dikkat edin. Ölçek çubuğu, Dünya ile Güneş arasındaki ortalama mesafe olan astronomik birim (AU: Astronomical Unit) cinsinden etiketlendi. Bu resimde gösterilen görüş alanı yaklaşık 100 AU. Bu görüntü, görünür ışık renklerine çevrilmiş ışığın görünmez yakın kızılötesi ve orta kızılötesi dalga boylarını gösteriyor. Renk anahtarı, ışığı toplarken hangi NIRCam filtrelerinin kullanıldığını gösteriyor. Her filtre adının rengi, o filtreden geçen kızılötesi ışığı temsil etmek için kullanılan görünür ışığın rengidir. (NASA, ESA, CSA)

sarmal gök adanın (EGS-23205 ve EGS-24268) mevcut olduğunu vurguluyor ve 8 milyar yıldan daha eski dört adet çubuklu gök ada örneği sunuyorlar. JWST'den önce, HST'den alınan görüntülerde, bu kadar genç ve erken evrende, çubuklu sarmal gök ada tespit edilememişti. JWST, uzak galaksilerdeki yapıları iki nedenden dolayı Hubble'dan çok daha iyi ortaya çıkarabilir. Birincisi, daha büyük aynası ona daha fazla ışık toplama yeteneği vererek daha uzağı (erken evreni) çok daha yüksek çözünürlükte görmesini sağlıyor. İkincisi, daha uzun kızılötesi dalga boylarında gözlem yaptığı için kozmik tozun arkasını Hubble'dan daha iyi görebiliyor.

Bu çalışmanın sonuçları, çubuklu sarmal gök adaların oluşum süreçlerinin daha önce keşfedilenlerden çok daha eski zamanlara kadar gittiğini bize gösteriyor.

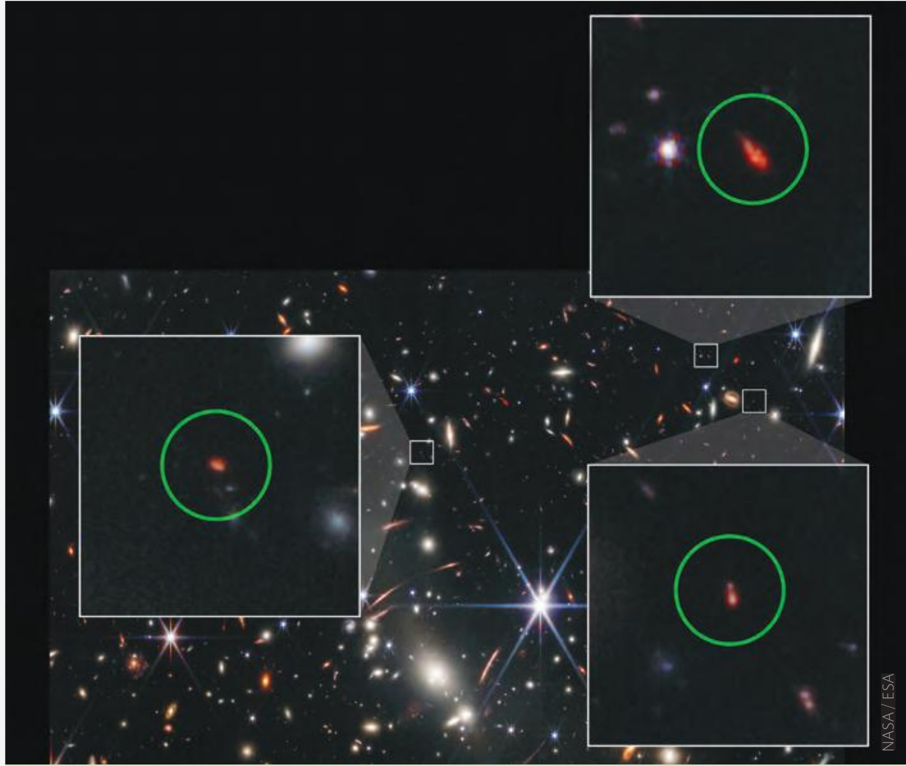


EGS-23205 galaksisinin 11 milyar yıl önceki görüntüleri (solda, yakın kızılötesi filtrede alınmış HST görüntüsü ve sağda, orta kızılötesi filtrede alınmış JWST görüntüsü). JWST'nin yakaladığı galaksileri Hubble'dan daha yüksek çözünürlükte ve daha uzun kızılötesi dalga boylarında haritalama gücü, tozun içinden bakmasına ve uzak galaksilerin temel yapısı ile kütlesini ortaya çıkarmasına imkân tanıyor. EGS-23205 gök adası, Hubble görüntüsünde, disk şeklindeki bir lekeden biraz daha fazlası ancak aynı gök adanın geçen yaz çekilen JWST görüntüsünde, çubuğa sahip bir sarmal gök ada olduğu net bir şekilde görünüyor. (NASA/CEERS/University of Texas at Austin)

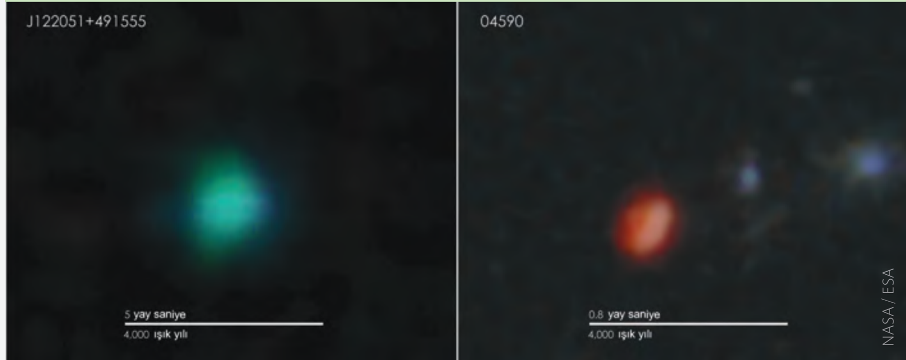
Yakın ve Uzak Galaksiler Arasındaki Bağlantılar

JWST tarafından görüntülenen uzak gök adaların ayrıntılı kimyasal parmak izi analizleri, bunların son derece genç olduklarını ve ender görülen bir küçük gök ada sınıfı olan "yeşil bezelyeler" (green peas) ile bazı dikkate değer benzerlikler paylaştıklarını gösteriyor. Çalışmanın sonuçları *The Astrophysical Journal Letters* dergisinde yayımlandı.

Yeşil bezelye gök adaları, Sloan Dijital Gökyüzü Araştırması (SDSS: Sloan Digital Sky Survey) kapsamında ABD'nin New Mexico eyaletindeki gözlemevinde gerçekleştirilen vatandaşlık bilimi projesine katılan gönüllüler tarafından 2009 yılında keşfedilerek adlandırıldı. Bu gök adalar, belirgin bir yeşil gölgeye sahip, küçük ve yuvarlak noktalar şeklinde göze çarpıyor. Yeşil bezelye gök adalarının renkleri sıra dışı görünüyor, çünkü ışığının önemli bir kısmı parıldayan gaz bulutlarından geliyor. Gazlar, gökkuşağı benzeri sürekli renk spektrumu üreten yıldızların aksine, belirli dalga boylarında ışık yayar. Bezelye gök adaları tipik olarak yaklaşık 5.000 ışık yılı çapındadır, yani galaksimizin yaklaşık %5'i kadardır. Bezelye gök adaları küçük olmalarına rağmen yıldız oluşum aktiviteleri boyutlarına göre alışılmadık derecede yoğundur, bu nedenle parlak ultraviyole ışık yayarlar. Temmuz 2022'de, SMACS 0723 olarak bilinen bir kümenin içinde ve arkasında binlerce gök adayı yakalayan, uzak evrenin şimdiye kadar görülen en derin ve en keskin JWST kızılötesi görüntüsü yayınlandı. Kümenin arkasındaki en sönük gök adalar arasında yeşil bezelyelerin uzaktan akrabaları gibi görünen üçlü kompakt kızılötesi nesneler de vardı.



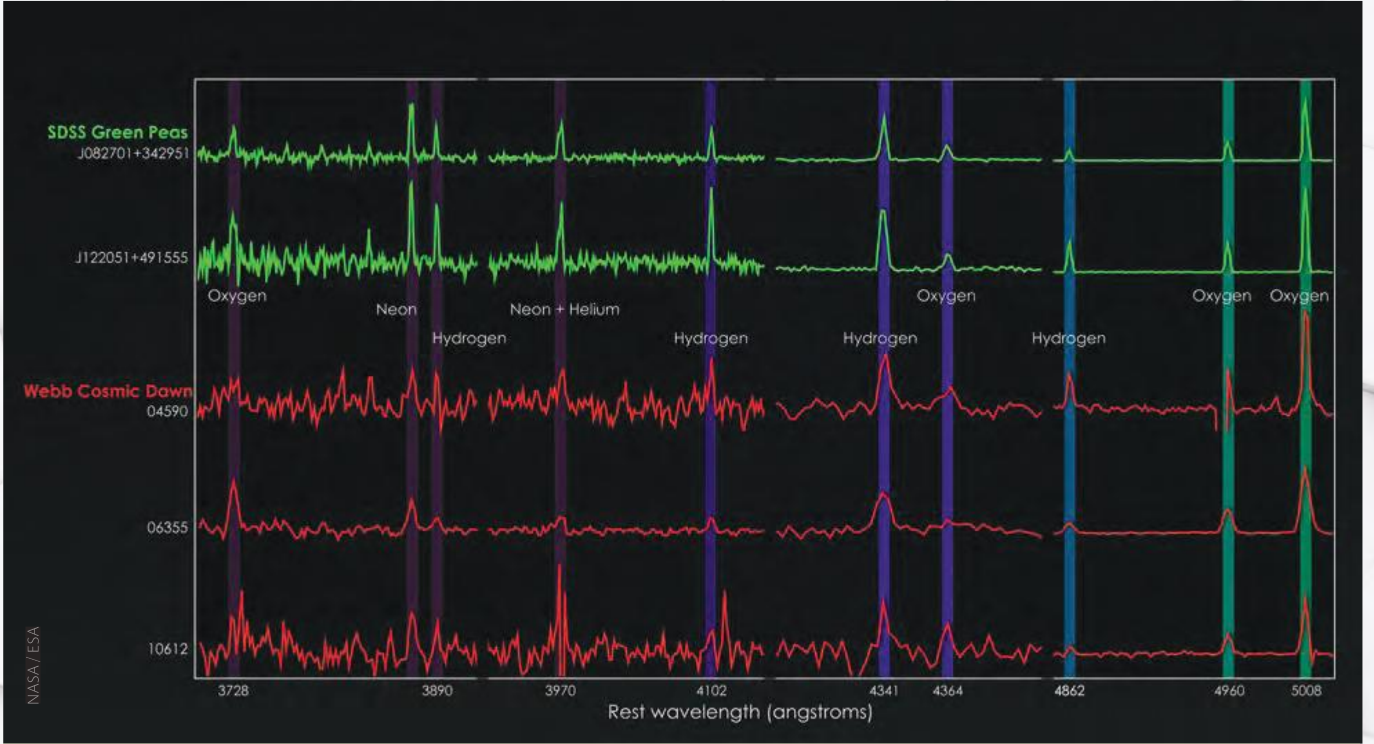
JWST'nin SMACS 0723 gök ada kümesinin derin görüntüsünde yakalanan (daire içine alınmış) üç soluk nesne, "yeşil bezelye" adı verilen nadir görülen küçük gök adalara oldukça benzer özellikler sergiliyor. Kümenin kütlesi, onu, arka plandaki gök adaların görünümünü hem büyüten hem de bozan kütle çekimsel bir mercek hâline getiriyor. Bu erken-genç (uzak) gök adaları, evren şu anki 13,8 milyar yıllık yaşının yaklaşık %5'i kadarken var oldukları hâlleriyle görüyoruz. (NASA, ESA, CSA, STScI)



SDSS tarafından görüntülenen bir yeşil bezelye gök adası (solda), JWST tarafından yakalanan erken bir bezelyenin kızılötesi görüntüsünün (sağda) yanında gösteriliyor. Solda, J122051+491255, yaklaşık 170 milyon ışık yılı uzaklıkta ve 4.000 ışık yılı çapında, tipik boyutta yeşil bir bezelye gök adası. Sağda, ışığının bize ulaşması 13,1 milyar yıl sürmüş, 04590 olarak bilinen erkenci bir bezelye gök adası var. Kümenin kütle çekimsel mercekleme etkisini ve galaksinin bize olan daha büyük mesafesini telafi eden 04590, yakındaki en küçük yeşil bezelye ile kıyaslandığında daha da kompakt görünüyor. (SDSS, NASA, ESA, CSA, STScI)

JWST, aslında yalnızca bu kümeyi görüntülemekten çok daha fazlasını yaptı; yakın kızılötesi ışınıma duyarlı tayfçeker (NIRSpec), görüntüdeki seçili gök adaların tayfını da almayı başardı. Uzmanlar bu ölçümleri inceleyip uzayın genişlemesinden kaynaklanan dalga boyuna göre düzenlediklerinde; oksijen, hidrojen ve neon gazları tarafından yayılan karakteristik özelliklerin yeşil bezelye gök adalarıyla şaşırtıcı bir benzerlik gösterdiğini belirlediler. Ek olarak, JWST spektrumları kullanılarak bu gök adalardaki oksijen miktarı da ilk kez ölçüldü.

JWST'nin yakaladığı gök adalardan ikisi, Samanyolu'ndaki düzeyin yaklaşık %20'si kadar oksijen içeriyor. Bu gök adalar, SDSS tarafından gözlemlenen yakın galaksilerin %0,1'inden daha azını oluşturan tipik yeşil bezelye gök adalarına benziyor. İncelenen üçüncü galaksi ise daha da sıra dışı. Uzmanlar gözlemlenen tüm bu genç galaksilerin, evrenin şu anki yaşının yaklaşık %5'i kadar olduğu 13,1 milyar yıl öncesindeki hâlleriyle görüldüğünü ve bunların genç yıldızlarla ve ölen yıldızlardan arta kalanlarla parıldayan kozmik gazla dolu olduğunu belirtiyorlar. Bu galaksilerden bir tanesi, bizimki gibi bir galaksinin oksijeninin sadece %2'sini içeriyor ve belki de kimyasal olarak şimdiye kadar tanımlanmış en ilkel galaksi olabilir.



JWST'nin yakın kızılötesi tayfçekeri, SMACS 0723'ün arkasındaki seçili gök adaların ve aralarında üç sönük nesnenin de olduğu uzak gök adaların kimyasal parmak izlerini yakaladı. Uzayın milyarlarca yıl boyunca genişlemesinin neden olduğu dalga boyu kayması düzeltildiğinde, bu gök adaların (kırmızıyla gösterilen) tayflarının, daha yakınlarda bulunan bezelye gök adalarının (yeşil renkte) tayfları ile çarpıcı benzerlikler gösterdiği belirlendi. Ayrıca Webb gözlemleri, bu gök adalardaki oksijen miktarını ilk kez ölçmeyi de mümkün kıldı. (NASA, Goddard Space Flight Center, Rhoads ve ark. 2023)

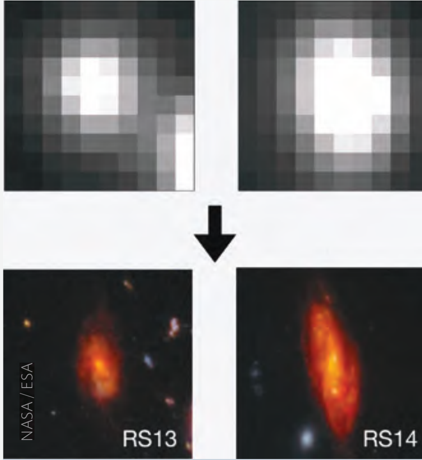
Erken Evrenin Ender Görülen Kırmızı Sarmal Gök Adaları

Herhangi bir sarmal veya dairesel/eliptik biçime sahip olmayan düzensiz galaksilerle birlikte, sarmal galaksiler evrendeki galaksilerin yaklaşık %60'ını oluşturur. Ender görülen, kırmızı sarmal gök adalar ise yerel evrendeki gök adaların yalnızca %2'sini oluşturur.

JWST, SMACS J0723.3-7327 gök ada kümesindeki kırmızı sarmal gök adaların kızılötesi görüntülerini benzeri görülmemiş bir çözünürlükte yakalamayı başardı ve morfolojilerini ayrıntılı olarak ilk kez ortaya çıkardı.

Araştırmacılar tespit edilen birkaç kırmızı sarmal gök ada arasından özellikle iki tanesine (RS13 ve RS14'e) odaklandılar. Uzmanlar, tayfsal enerji dağılımı (SED) analizini kullanarak, bu galaksiler için geniş dalga boyu aralığındaki enerji dağılımını ölçtüler. SED analizi, bu kırmızı sarmal gök adaların, Büyük Patlama ve "kozmik şafağı" izleyen "kozmik öğlen" (8-10 milyar yıl öncesi) olarak bilinen erken evren dönemine ait olduğunu ortaya çıkardı. Bu keşif, bilim insanlarına bu tür sarmal gök adaların erken evrende çok sayıda var olduğunu düşündürmeye başladı.

Araştırmacılar ayrıca, kırmızı sarmal gök adalardan birisi olan RS14'ün, erken evrendeki gök adaların aktif olarak yıldız oluşturacaklarına dair sezgisel beklentinin aksine, pasif (yıldız oluşturmayan) bir sarmal gök ada olduğunu da keşfettiler.



Önceki Spitzer IRAC görüntüsüyle (üstte) kıyaslandığında, JWST'nin benzeri görülmemiş uzaysal çözünürlüğü ve yüksek kızılötesi hassasiyeti, kırmızı sarmal gök adalar olan RS13 ve RS14'ün (altta) morfolojik ayrıntılarını ortaya koyuyor. (Yoshinobu Fudamoto, Japonya Waseda Üniversitesi)



JWST tarafından çekilen ve binlerce uzak gök adayı gösteren orta derinlikte geniş alan görüntüsü (NASA, ESA, CSA)

Binlerce Sönük Gök Ada

En uzak galaksilerden gelen ışık bize ulaşmak için neredeyse 13,5 milyar yıl yol kateder. JWST, işte bu en uzak gök adalardan binlercesini PEARLS-GTO projesi kapsamında ilk kez görüntüledi. "Yeniden İyonlaşma ve Mercekleme Bilimi için Birincil Galaksi Dışı Alanlar" (Prime Extragalactic Areas for Reionization and Lensing Science, PEARLS-GTO) projesi kapsamında, JWST'nin görüntülerinden alınan ilk sonuçlar *The Astronomical Journal* dergisinde yayımlandı. Elde edilen görüntülerdeki gök adalar, çıplak gözle görülebilenlerden 1 milyar kat daha sönükler. Bu yeni görüntülerdeki gök adaların çoğu, daha önce Hubble Uzay Teleskobu veya diğer yer tabanlı gözlemevleri tarafından yapılan gözlemlerde görülememişti. Bu yeni görüntüler bilim insanlarının, çok zayıf kızılötesi sınırlara kadar parlayan galaksilerin sayı yoğunluğunu ve ürettikleri toplam ışık miktarını ölçmelerine olanak sağlıyor. Yıldızların ve galaksilerin önünde ve arkasında ölçülen dağınık ışık, evrenin tarihini kodlayan kozmolojik bir öneme sahip.

PEARLS, JWST'nin NIRCam filtrelerini kullanarak, birkaç ana galaksi dışı alanı gözlemliyor. Bu alanlar: Kuzey Ekliptik Kutbu'ndaki (NEP) iki alan, yedi kütle çekimsel mercekleme kümesi, iki yüksek kırmızıya kaymalı sahip küme ve VV 191 galaksi sistemi. PEARLS ayrıca NEP alanlarından biri için NIRISS spektrumunu ve iki yüksek kırmızıya kaymalı kuasarın NIRSpec spektrumunu da kapsıyor. PEARLS projesinin ana amacı ise galaksi topluluğu çağını, aktif galaktik çekirdeğin (AGN) büyümesini ve evrenin "ilk ışığı"nı incelemek.

Süpernova Öncesinde Bir Yıldız

JWST; çok ender görülen bir manzarayı, süpernova öncesindeki süper parlak, devasa bir Wolf Rayet (WR) yıldızını görüntüledi. WR 124 olarak bilinen bu yıldız, Yay takımyıldızında ve bize 15.000 ışık yılı uzaklıkta bulunuyor. Kütlesi Güneş'in 30 katı olan yıldızın şimdiye kadar yaklaşık 10 Güneş değerinde malzeme ve maddeyi evrene fırlattığı belirtiliyor. Fırlatılan gaz, yıldızdan uzaklaşıp soğudukça kozmik toz bulutları oluşur ve JWST tarafından algılanabilen kızılötesi ışıkta parlar.

Devasa yıldızlardan sadece bazıları yaşam döngülerinin sonuna geldiklerinde, süpernovaya dönüşmeden önce, kısa bir Wolf-Rayet aşamasından geçer. Wolf-Rayet yıldızlarının dış katmanlarında çok karakteristik gaz ve toz haleleri bulunur. Bir süpernova patlamasından yayılan kozmik toz bulutu, oluşum aşamasındaki

genç yıldızları içinde barındırır, gezegenleri oluşturmak için bir araya toplanır ve Dünya'daki yaşamın yapı taşları da dâhil olmak üzere moleküllerin oluşması için bir platform görevi görür. WR 124 gibi yıldızlar, astronomların evrenin erken dönemlerini anlamalarına da yardımcı olur.



NASA / ESA

Sekiz köşeli, parlak, sıcak yıldız Wolf-Rayet 124 (WR 124), JWST'nin yakın-kızılötesi ve orta-kızılötesi ışık dalga boylarını birleştiren bu görüntünün tam merkezinde öne çıkıyor. Bu merkezî yıldızı; üstte ve altta kenarlara göre daha fazla malzeme içeren, bazı yerlerde arka plandaki yıldızların görünmesine izin veren, kümelenmiş bir kozmik toz bulutu çevreliyor. Bulut; merkezdeki yıldıza yakın kısımlarda koyu sarı, dış kenarlarda pembemsi mor renkte görünüyor. Siyah arka planda ise dağılmış birçok küçük beyaz yıldız bulunuyor. JWST'nin yakın kızılötesi kamerası (NIRCam), WR 124 yıldızının çekirdeğinin parlaklığını ve çevresindeki daha sönük gazdaki detayları gösteriyor. Teleskobun orta kızılötesi enstrümanı (MIRI) ise yıldızı çevreleyen gaz ve toz bulutsusunun kümeli yapısını ortaya koyuyor.

Kayalık Bir Ötegezegenin Sıcaklığı Ölçüldü

JWST, kayalık bir ötegezegen olan TRAPPIST-1 b'nin gündüz sıcaklığını ölçerek yaklaşık 230 ^{0}C olarak tespit etti. Bu sonuç, TRAPPIST-1 b'nin bir atmosferi olmadığını gösteriyor. Ekip, bu sonuçları gezegen yıldızın arkasına doğru hareket ederken sistemdeki parlaklık değişiminin ölçüldüğü, ikinci tutulma gözlemleri sayesinde elde etti. TRAPPIST-1b kendi görünür ışığını yayacak kadar sıcak olmasa da kızılötesi bir ışımaya sahip. Araştırmacılar, yıldızın parlaklığını (ikinci tutulma sırasında) yıldızın ve gezegenin toplam parlaklığından çıkararak gezegen tarafından ne kadar kızılötesi ışık yayıldığını başarılı bir şekilde hesaplayabildiler.

2017'de keşfedilen TRAPPIST-1b, M cüce yıldızı TRAPPIST-1'in yörüngesinde dolanan yedi kayalık gezegenden en içte olanıdır. M cüce yıldızlar ilgi çekicidir çünkü Güneş gibi yıldızlara kıyasla 10 kat daha yaygın bulunurlar ve kayalık gezegenlere sahip olma ihtimalleri 2 kat daha fazladır.

En içteki gezegen olan TRAPPIST-1b, Dünya'nın yaklaşık yüzde biri kadar bir yörünge mesafesine sahip iken Dünya'nın Güneş'ten aldığı enerji miktarının yaklaşık dört katı kadar enerjiyi kendi yıldızından alıyor. Sistemin yaşanabilir bölgesi içinde olmamasına rağmen, bu ötegeze-geni gözlemlemek, diğer M-cüce sistemlerinin yanı sıra kardeş gezegenleri hakkında da önemli bilgiler sağlayabilir. ■



NASA / ESA

Kayalık Ötegezegen TRAPPIST-1 b

JWST ile ilgili ilave görseller için:



Kaynaklar

https://phys.org/news/2023-01-james-webb-space-telescope-exoplanet.html
https://phys.org/news/2023-01-webb-image-reveals-dusty-disk.html
https://phys.org/news/2023-01-james-webb-telescope-reveals-milky.html
https://phys.org/news/2023-01-nasa-webb-telescope-reveals-links.html
https://www.skyatnightmagazine.com/news/webb-telescope-galaxies-pearls/
https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ac982b
https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/aca163
Yoshinobu Fudamoto et al 2022 ApJL 938 L24. DOI: 10.3847/2041-8213/ac982b
Yuchen Guo et al, First Look at z > 1 Bars in the Rest-Frame Near-Infrared with JWST Early CEERS Imaging, Astrophysical Journal Letters, arXiv (2022). DOI: 10.48550/arxiv.2210.08658
James E. Rhoads et al, Finding Peas in the Early Universe with JWST, The Astrophysical Journal Letters (2023). DOI: 10.3847/2041-8213/acaaaf
https://www.nasa.gov/feature/goddard/2023/nasa-s-webb-telescope-captures-rarely-seen-prelude-to-supernova
https://www.nasa.gov/feature/goddard/2023/nasa-s-webb-measures-the-temperature-of-a-rocky-exoplanet

Mesut Erol [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Yıldırımlar Neden Zikzak Çizerek İlerler?

Tipik bir yıldırım, atmosferdeki elektrik yüklü fırtına bölgeleri ile yeryüzü arasında seri yük boşalması biçiminde gerçekleşir. Bir fırtına bulutu milyonlarca voltluk elektrik potansiyeline erişebilir. Dünya üzerinde her dakika ortalama 6.000 kez tekrarlanan bu doğa olayı sırasında binlerce amperlik elektrik akımı oluşur. Yıldırımın izlediği yol boyunca sıcaklık Güneş'in yüzey sıcaklığının yaklaşık 5 katına, yani 27.760 derece santigrada ulaşabilir.

Ancak bu devasa yük akışının gerçekleştiği hava ortamı pek de iyi bir elektrik iletkeni olmadığı için yıldırım yeryüzüne en kısa yoldan, doğrusal biçimde ilerlemek yerine zikzaklar çizerek iner. Bol yön değiştirmeli bu yol alma biçimine kademeli ya da basamaklı ilerleme adı verilir.

Kademeli ilerlemeyi oluşturan her bir adım yaklaşık 50 metre uzunluğundadır. Aktif adımlar saniyenin milyonda biri (mikrosaniye) kadar bir süreliğine ışık saçar. Yıldırım bir adımın sonuna ulaştığında, yeni adımın açılması için gereken süre yaklaşık 50 mikrosaniyedir. Adımlardaki elektrik akışı şu şekilde gerçekleşir: Ortamda yer alan enerjisi artmış elektronlar, bazı oksijen moleküllerinin yapısını geçici olarak değiştirir ve böylece yıldırıma iletken bir hat açılır.

Fırtına bulutlarında bulunan yoğun elektriksel alanın etkisindeki yüksek enerjili elektronlar, oksijen molekülleri ile çarpıştığında, oksijen molekülleri uyarılarak farklı bir forma geçiş yapabilir. Delta singlet adı verilen bu oksijen molekülü formu "ara kararlı" denilen bir durumdadır, yani molekül 45 dakika boyunca bu geçici durumda kalıp sonrasında daha düşük enerjili formuna geri dönecektir. Oluşan delta singlet oksijen molekülleri, çevrelerindeki negatif yüklü oksijen iyonlarından elektronlar koparır.

Ortamın elektrik iletimine uygun hâle gelebilmesi için belirli bir düzeyin üzerinde elektron koparılmalıdır. Atmosfer koşullarına göre değişkenlik göstermekle birlikte, bir bölgede yeni bir adımın açılabilmesi için oluşan ara kararlı oksijen formu düzeyinin %1'in üzerine çıkması yeterlidir. Bu gerçekleştiğinde, yıldırım sırasında ortaya çıkan elektrik akımı, daha düşük dirençli yoldan ilerlemek adına delta singlet oksijenlerin daha yoğun bulunduğu bölgelere doğru sapar.

Bilim insanları, küresel iklim değişikliği sonucu artışa geçen şiddetli hava olayları nedeniyle, insanları ve yapıları yıldırımlardan korumanın öneminin artacağını düşünüyor. Bu nedenle bir yıldırımın nasıl başladığını ve nasıl yol aldığını anlamaya çabalayan araştırmaların değeri gittikçe artıyor.

Kaynaklar

livescience.com/why-lightning-zigzags

Lowke, J. J., & Szili, E. J. (2023). Toward a theory of 'stepped-leaders' in lightning. Journal of Physics D: Applied Physics, 56(4), 045201.

theconversation.com/why-does-lightning-zigzag-at-last-we-have-an-answer-to-the-mystery-195549

Mikrodalga Fırınlar Yiyeceklerin **Besin Değerini** Düşürür mü?



Huw Jones / Getty Images

Donmuş yiyeceklerimizi hızla çözebilen, önceki öğünlerimizden artan yemeklerimizi çabucak ısıtabilen ve bazen yemek pişirmek için kullandığımız mikrodalga fırınlar; mutfaklarımızdaki en kullanışlı yardımcılarımızdan biri. Diğer fırınlardan ve pişirme yöntemlerinden farklı bir biçimde çalışması, mikrodalga fırınların yiyeceklerin besin değerlerini olumsuz yönde etkilediğine dair düşüncelerin ortaya çıkmasına neden oluyor. Aslında mikrodalgalarla yiyecekleri ısıtmak onların besin değerlerini düşürebilir -tıpkı diğer ısıtma ve pişirme yöntemlerinde olduğu gibi!

Standart elektrikli bir fırını çalıştırdığımızda, yüksek direnç nedeniyle ısınan devre elemanları pişirme alanındaki hava moleküllerinin kinetik enerjilerini artırır. Yüksek enerjili moleküller pişirme bölmesine yerleştirilen yiyecekle temas eder ve enerjilerinin bir kısmını yiyeceğe aktararak dıştan içe doğru ısınmasını sağlar. Mikrodalga fırınlardaysa, üretilen elektromanyetik dalgalar doğrudan yiyeceklerdeki su molekülleriyle etkileşerek enerjilerini yiyeceğe aktarır. Mikrodalgalar hava molekülleriyle etkileşmediği için tüm pişirme alanını ısıtmaz ve uzun dalga boyları sayesinde yiyeceğin tüm katmanlarına eş zamanlı olarak nüfuz eder. Bu nedenle ısınma işlemi oldukça hızlı gerçekleşir.

Isınma işleminin süresi bazı besin ögelerinin korunması için önemlidir. Örneğin vitaminlerin yapısı yüksek sıcaklığa maruz kaldıkları süreyle doğru orantılı olarak bozulur. Bu nedenle mikrodalga fırınların hızlı ısıtma becerisi, daha çok vitaminin yiyeceğimizde kalması için bir avantajdır. Diğer yandan, suda çözünebilen vitaminler, ocakta haşlanarak yapılan bir yemekte suya karışma eğilimindedir. Mikrodalgayla ısıtıldıklarında ise suda çözünen bu vitaminler, diğer yöntemlere kıyasla daha yüksek oranda yiyecekte kalır.

Bir grup araştırmacı, brokoliyi farklı yöntemlerle pişirerek besin değerlerinin etkilenme oranlarını karşılaştırmak istedi. Brokoliyi suda pişirdiklerinde C vitamini içeriğinin %33'ünü, tavada kızarttıklarında ise %24'ünü kaybettiğini tespit ettiler. Brokoli mikrodalga fırında pişirildiğinde ise C vitamini içeriğinin sadece %16'sını kaybetti. Araştırmaya göre, en az C vitamini kaybı buharda pişirme yöntemiyle gerçekleşti.

Diğer bir araştırma grubu ise çeşitli sebzelerin farklı yöntemlerle pişirilmesiyle etkilenen antioksidan düzeylerine odaklandı. Çalışmada antioksidan içeriğini daha az kayıpla tamamlayan pişirme yöntemleri mikrodalga, elektrikli fırın ve ızgarada pişirme oldu. En çok antioksidan kaybıysa haşlama ve basınçlı pişirme yöntemlerinde ölçüldü.

Kaynaklar

health.harvard.edu/staying-healthy/microwave-cooking-and-nutrition

livescience.com/32704-does-microwaving-vegetables-destroy-their-nutrients.html

Yuan, G. F., Sun, B., Yuan, J., & Wang, Q. M. (2009). Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli. Journal of Zhejiang University. Science. B, 10(8), 580–588.



Yeşil Dijital Finans

Doç. Dr. Yener Coşkun | *SPK Başuzmanı, TED Üniv.-Konuk Öğr. Gör.*

Günümüz ekonomisindeki temel eğilimlerin başında dijitalleşme ve sürdürülebilirlik geliyor. Endüstri 4.0'ın temel bileşeni olan dijitalleşme, üretim ve tüketim dünyasının kurallarını yeniden yazarken yeni ekonomik sistemin olmazsa olmazı "sürdürülebilirlik" olarak öne çıkıyor. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ve ESG (ya da Türkçesiyle "ÇSY"; Çevresel-Sosyal-Yönetişim) ilkeleri çerçevesinde, artık çevresel, sosyal ve yönetişimsel sürdürülebilirliği desteklemeyen herhangi bir faaliyet bir yönü eksik kabul ediliyor. Bu durum, dijital ekonominin kurallarının da sürdürülebilirlik çerçevesinde ele alınması gerektiğine işaret ediyor. Dijital etkinin verimliliği ve kârlılığı artırması önemli -ancak geniş anlamıyla sürdürülebilirliği desteklemesi şartıyla!

Pcess609 / iStock

Çevresel sürdürülebilirlik bağlamında güncel eğilim, üretim ve hizmet birimlerinin daha dijital ve yeşil hâle gelmesi. Böylelikle eski üretim sisteminin getirdiği verimlilik kayıplarının önüne geçilebilir. Ayrıca düzenlemeler ve gönüllü girişimlerin öncülüğünde hayata geçirilmeye çalışılan yeni sürdürülebilirlik düzenine de uyum sağlanabilir.

Finansal hizmetlerin büyüme-kalkınma süreçlerindeki etkin rolü nedeniyle, daha dijital ve daha yeşil olması gereken sektörlerden biri de finans sektörü. Biz de bu yazımızda tek başına dijitalleşmenin neden finans sektörü için yeterli bir amaç olmadığını ve bunun neden daha yeşil olması gerektiğini tartışacağız.

Ekonomik Faaliyetlerin Dijitalleşmesi

Ekonomideki dijitalleşme, Endüstri 4.0'ın da altyapısını oluşturan bilişim ve teknolojideki gelişmelerin bir sonucu. Birinci Sanayi Devrimi (1760-1830) üretim için su ve buharı kullanırken, İkinci Sanayi Devrimi (1870-1914) elektrik enerjisi ile seri üretimi geliştirdi. Üçüncü Sanayi Devrimi, 1960'ların sonunda, elektronik ve bilgi teknolojileri ile üretimi otomatikleştirdi. Dördüncü Sanayi Devrimi olarak da anılan Endüstri 4.0 ise; dijital hizmetler ve internet teknolojilerinin üretim ve otomasyon süreçlerine entegre edilmesiyle ortaya çıktı. Fiziksel ve dijital dünya arasındaki iletişimin bilişim teknolojileri ile kurulduğu yeni endüstri devriminde, üretim internet tabanlı elektronik sistemlerle (siber-fiziksel sistem) yapılıyor. Üretimin karanlık fabrikalarda çalışan robotlar ve internet teknolojileri ile yapılması, muhtelif Hollywood filmlerine konu edinilen "makinelerin yükselişi" hikâyelerini gerçeğe dönüştürdü.

Serbest piyasa felsefesi ekseninde kapitalizm dünya tarihi için çok kısa denebilecek, neredeyse 200 yıllık, bir dönemde büyük bir zenginlik ortaya çıkardı. 2021 yılında küresel servet 463,6 trilyon dolara ulaşırken, dünya genelindeki milyoner sayısı da 62,5 milyon kişiyi buldu. Bilim ve sağlıktaki gelişmelerin katkısıyla, dünya nüfusu da son iki yüzyılda hızla arttı. 1800'lerde dünya nüfusu 1 milyar kişi civarındayken, günümüzde 8 milyarı geçti. Ne var ki bu gelişmelerin başta yakın çevremizi fazlasıyla hırpaladığını artık hepimiz biliyoruz. Dünyanın herhangi bir noktasında yaşayan herhangi birinin gündelik hayatında artık sürdürülebilirlik risklerinin izleri bulunuyor. Geç gelen mevsimler, yangın-sel sezonları, kuraklık, kaybolan biyoçeşitlilik, artan çevresel göç dalgası… Bunlardan her biri, büyük zenginleşmenin sürdürülebilir olmayabileceğini açıkça gösteriyor.

Makineler Yükseliyor Ama Bunun Sürdürülebilirliğe Faydası Var mı?

SKA-ESG perspektifinden Endüstri 4.0'da risk ve fırsatlar görülüyor. Risklerin başında dijital dünyanın yüksek enerji gereksinimi geliyor. Sadece bir yapay zekâ uygulamasının "öğrenme" süreci bile 10.000 taşıtın günlük enerji tüketiminden fazla enerji tüketiyor. Veri merkezleri 2021 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilen elektriğin %1,8'ini tüketirken, sera gazı salımının da %0,5'ine neden oluyor. Yani dijital ekonomi iklim risklerinin yönetimi açısından SKA'ya pek de dost gibi görünmüyor. Ancak dijital üretim sistemi, SKA adaptasyonu için fırsatlar da barındırıyor. Endüstri 4.0'ın yüksek verimlilik ve düşük maliyet arayışı; çevresel sürdürülebilirliğin temiz enerji, atık yönetimi, iş güvenliği ve döngüsel ekonomi uygulamalarını destekleyebilir. Üretimde robotların payının artması istihdam açısından kötü bir haber gibi görünse de bunun tehlikeli işlerdeki sağlık ve güvenlik uygulamalarını olumlu yönde etkileyeceğine şüphe yok. Dijital üretim ve hizmet sistemlerinin veri zengini olması ise yönetim etkinliğinin artması açısından bir fırsat. Endüstri 4.0 çerçevesinde kurulan şirketlerin kendilerine dair karbon ayak izini, karbonsuzlaşma oranını veya döngüsel ekonomiye uyum derecesini hesaplamaları çok daha kolay olabilir. Dolayısıyla, dijital üretim-hizmet sistemlerinin etkin olduğu şirketlerin SKA çerçevesine geleneksel şirketlere göre daha kolay adapte olacağı söylenebilir.

AB Dijital Ekonomisinin Sürdürülebilirlik Hedefleri

Avrupa Birliği (AB) 2014 yılından bu yana "Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi" (Digital Economy and Society Index; DESI) metodolojisi çerçevesinde AB üyesi ülkelerin dijital performansını takip ediyor. DESI 2022 yılı raporunda AB'nin öncelikli dijital hedefleri arasında "güvenli ve sürdürülebilir dijital altyapı geliştirmek" maddesinin de bulunduğunun altı çiziliyor. AB kendi sınırları içinde dijital egemenliğin sağlanmasının yenilikçi ve benzersiz teknolojilerin geliştirilmesi ile mümkün olduğunu, bunun aynı zamanda enerji tasarrufu sağlayan iklim-nötr hizmetlerin geliştirilmesi ile de ilişkili olduğunu belirtiyor.

Ülkelerin Yeni Ekonomik Hedefi: Sürdürülebilir Dijital Rekabetçilik

Küresel rekabetin giderek zorlaşan koşulları, güncel ekonomik dinamikler çerçevesinde, devletlerin ve şirketlerin rekabetçi gücünü sürekli geliştirmesini gerektiriyor. Rekabet düzeyindeki başarımın gelişmesi şirketlerin de dışa açılmasını ve büyümesini hızlandırabilir. Örneğin, 1950 sonrasında Almanya, Japonya ve Güney Kore'nin, özellikle 2000'li yıllarda Çin'in kalkınma başarısı; bu ülkelerde yer alan çok sayıda şirketin küreselleşmesine yol açtı. Günümüzde ise, sürdürülebilirlik risklerini ve Endüstri 4.0'ı dikkate alan dijital ekonomik faaliyetlerin şirket ve ülkelere rekabet avantajı sağlayabileceği ileri sürülüyor.



SKA Perspektifinden Yeşil Dijital Finans Kavramı

Finans-büyüme yazınındaki ağırlıklı bulgu, finansal varlıkların büyümesinin ekonomik büyümeyi de olumlu yönde etkilemesidir. Bu durum; finans sektörünün bölüşüm sorunlarını, hatta yoksulluğu artıran etkilerinin olmadığı anlamına gelmiyor. Ancak çeşitli fon türlerinin ve banka finansal varlıklarının büyümesi ile borsaların piyasa değerinin artması, başta ekonomik büyüme olmak üzere makroekonomik değişkenler üzerinde olumlu etkiye neden olabilir. Bu etki, finans sektörünü önemli kılan nedenlerden biri.

Finans kendi büyümesini finansal (ya da dijital) teknolojilere (fintek) hızla adapte olarak sağlamaya çalışıyor. Dijital finans uygulamalarının altyapısındaki teknolojiler; uygulama programlama arayüzü (application program interface, API), yapay zekâ, makine öğrenmesi, büyük veri analizi ve dağıtık defter teknolojileri (Distributed Ledger Technologies, DLTs) kapsamında blokzincir, akıllı sözleşmeler, bulut bilişim (cloud computing), kriptografi ve biyomekrikten oluşuyor. Özellikle yapay zekâ, makine öğrenmesi, nesnelerin interneti ve blokzincir teknolojileri fintek uygulamalarının sürdürülebilir kalkınmaya katkı sunabileceği alanlar olarak öne çıkıyor.

Üzerinde henüz anlaşılan bir tanımı olmasa da yeşil dijital finans (YDF); fintek uygulamalarının SKA amaçlarına uygun



şekilde yapılması olarak tanımlanıyor. Dolayısıyla, YDF, kurumsal sosyal sorumluluk (KSS) ve ESG ile ilişkili bir kavram. Dijital finans uygulamalarının sürdürülebilirliğe katkılarına çeşitli örnekler verilebilir. Örneğin mobil banka hesaplarının, özellikle düşük gelir gruplarında finansa erişimi ve finansal kapsayıcılığı artırdığı gözleniyor. Kenya, Mozambik, Nijerya ve bazı Asya ülkelerinde mobil uygulamaların sağladığı iletişim-ödeme kolaylıklarının desteğiyle hayata geçirilen paylaşımlı “merhaba traktör” uygulaması; kırsal üretimi, geliri ve kadın istihdamını artırıcı etkiler yapabiliyor. SKA’nın öncelikli amaçları arasında yer alan, kırsal kalkınmanın desteklenmesine yönelik bu fintek uygulamaları; sosyal sürdürülebilirlik açısından son derece önemli.

YDF’nin çevresel sürdürülebilirliğe olumlu etkisini gösteren en iyi örneklerin başında, Alibaba grubuna ait Ant Finansal Hizmetler tarafından geliştirilen “Ant Ormanı” uygulaması geliyor. 2019 yılında Birleşmiş Milletler’in en büyük çevre ödülünün (Champions of the Earth) de sahibi olan bu uygulama sayesinde, Çin’in kurak alanlarında 122 milyon ağaç dikildi. Ağustos 2016’da hayata geçirilen uygulamanın mekanizması ise son derece basit. Uygulama, gündelik hayatta karbon ayak izini düşüren faaliyetler yaparak “yeşil enerji” puanı toplayan uygulayıcı adına, puanları karşılığında ağaç dikilmesi düşüncesine dayanıyor. Örneğin, özel araç yerine toplu taşıma kullanarak veya (daha iyisi) yürüyerek yeşil puan kazanılıyor. Tüketimin yeni kalıplarına ve çevresel hassasiyete kurgu ile (sosyal medya, eğlence ve oyunlaştırma) yaklaşılması, “Ant Ormanı”ndaki başarının temel nedenleri arasında.

Yeşil Dijital Finans ve Sürdürülebilir Dijitalleşme İçin Ne Yapmalı?

Finansın dijitalleşmesi, finansal varlık büyümesini destekliyor. YDF bu fayda kümesini, etki yatırımının doğurabileceği sosyal faydalar nedeniyle bir üst noktaya taşıyabilir. Eğitim, gelir düzeyi, dijital araçlar ve internete erişimin artması YDF’nin gelişmesi için bilindik ön şartlar. Ancak bunun aynı zamanda bir farkındalık ve sosyal fayda meselesi olduğunu da unutmamak gerekiyor. Sosyal fayda, kamu hizmetleri ve onun pozitif dışsallıkları ile ilgili bir kavram olsa da SKA-ESG çerçevesinin yeni dünyasında özel kurumların da sosyal fayda doğuran çeşitli faaliyetler içinde bulunması artık olağan bir beklentiye dönüştü. Bu nedenle, finansal hizmet sağlayan kurumların da belirli işlerde kârı daha az düşünerek çeşitli SKA amaçlarına yönelik finansal hizmetlerin neler olabileceğini değerlendirmesi gerekiyor. SKA ekseninde dijital finansın, özellikle sosyal ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemesi, dolayısıyla yeşil ve ulaşılabilir olması, hepimiz için iyi bir başlangıç noktası olabilir. ■

Kaynaklar

Castilla-Rubio JC, Zadek S, Robins N (2016) Fintech and sustainable development: assessing the implications. United Nations Environment Program, New York.

Coşkun, Y. (2022). Kim Korkar ESG’den? Kitap (yayın aşamasında).

Coskun, Y. and Alp, E. (2019). Industry Revolutions and Turkey (Sanayi Devrimleri ve Türkiye). September. TUBITAK Popular Science Magazine: pp. 72-80.

Coskun, Y. and Unalmis, I. (2022). Role of Governments in Enhancing Green Digital Finance for Meeting SDGs (in, Green Digital Finance and Sustainable Development Goals, Eds.: Taghizadeh-Hesary, F. and Hyun, S., Economics, Law, and Institutions in Asia Pacific. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2662-4_4): pp. 69-88.

Dias D (2017) FinTech, RegTech and SupTech: what they mean for financial supervision. Toronto Centre. https://res.torontocentre.org/.

Hinson R, Lensink R, Mueller A (2019) Transforming agribusiness in developing countries: SDGs and the role of FinTech. Curr Opin Environ Sustainability 41:1–9

Zhang Y, Xiao S, Zhou G (2020) User continuance of a green behavior mobile application in China: an empirical study of Ant Forest. J Clean Prod 242:118497

https://www.credit-suisse.com/about-us/en/reports-research/global-wealth-report.html

https://ourworldindata.org/world-population-growth#:~:text=The%20world%20population%20increased%20from,the%20future%20of%20population%20growth

https://techcrunch.com/2020/04/25/our-love-of-the-cloud-is-making-a-green-energy-future-impossible/

https://www.technologyreview.com/2022/06/22/105 3889 /city-server-farms-energy/

https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi

https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/countries-digitisation-performance

Dünyanın ilk SİHA gemisi
TCG ANADOLU

Dr. Özlem Kılıç Ekici | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



MSB / AA

Dünyanın ilk silahlı insansız hava aracı (SİHA) gemisi ve Türkiye'nin de en büyük askeri gemisi olan TCG Anadolu L-400, İstanbul Tuzla'da bulunan Sedef Tersanesi'nde düzenlenen törenle Türk donanmasının hizmetine girdi. Dünyada bu ölçekte gemiye sahip olan 12 ülke bulunduğunu belirten yetkililer bu geminin en son teknolojiyle donatıldığını vurguluyor. "Çok Maksatlı Amfibi Hücum Gemisi Projesi" kapsamında 2015 yılında İstanbul Tuzla'daki Sedef Tersanesi'nde inşasına başlanan gemi Mayıs 2019'da denize indirildi ve Haziran 2022'de de deniz kabul testleri başladı. Testler sırasında 60 gün seyir yapan geminin yer aldığı projenin yerlilik oranı yaklaşık %70. Projede 131 alt yüklenicinin yanı sıra üniversiteler ve araştırma merkezleri de görev aldı.

TCG Anadolu L-400, üzerine iniş-kalkış yapacak SİHA'larla dünyanın ilk SİHA gemisi olacak. Bunun için de Baykar tarafından kanatları katlanabilen Bayraktar TB3 SİHA geliştiriliyor. Ayrıca, gemiye yine Baykar tarafından geliştirilen muharip insansız uçak sistemi Bayraktar Kızılelma ve Türk Havacılık ve Uzay Sanayii tarafından geliştirilen Hürjet Hafif Taarruz Uçağı'nın iniş-kalkış yapabilmesi için çeşitli çalışmalar devam ediyor.

231 metre uzunluğa ve 32 metre genişliğe sahip TCG Anadolu; Ege, Akdeniz ve Karadeniz'de asgari 1 tabur büyüklüğündeki bir kuvveti ana üs desteği gerektirmeksizin, kendi lojistik desteği ile kriz bölgesine intikal ettirebilecek kapasiteye sahip. Gemideki silah sistemleri, savaş yönetim sistemi, elektronik harp sistemleri, kızılötesi arama ve takip sistemi, elektro-optik arama sistemi, lazer ikaz sistemi, torpido savunma sistemi, radarlar, muhabere sistemleri, seyir sistemleri, bilgi dağıtım sistemleri yerli ve milli imkânlarla geliştirildi.

Tam yük deplasmanı en fazla 27 bin 436 ton olan gemi, bu haliyle en az 20,5 knot azami sürat ve 16 knot ekonomik süratle görev yapabiliyor. Gemi, araç güvertelerinde 13 tank, 27 zırhlı amfibi hücum aracı (ZAHA), 6 zırhlı personel taşıyıcı, 33 muhtelif araç, 15 römork olmak üzere toplamda 94 araç taşıyabiliyor. Geminin uçuş güvertesinde 10 helikopter veya 11 adet SİHA konuşlandırılabilecek, hangarda ise 19 helikopter veya 30 SİHA taşınabilecek. Bünyesinde yer alan tam teşekküllü hastane ve ameliyathane imkanları sayesinde gemi, gerektiğinde doğal afet yardım görevleri çerçevesinde de kullanılabilecek. ■

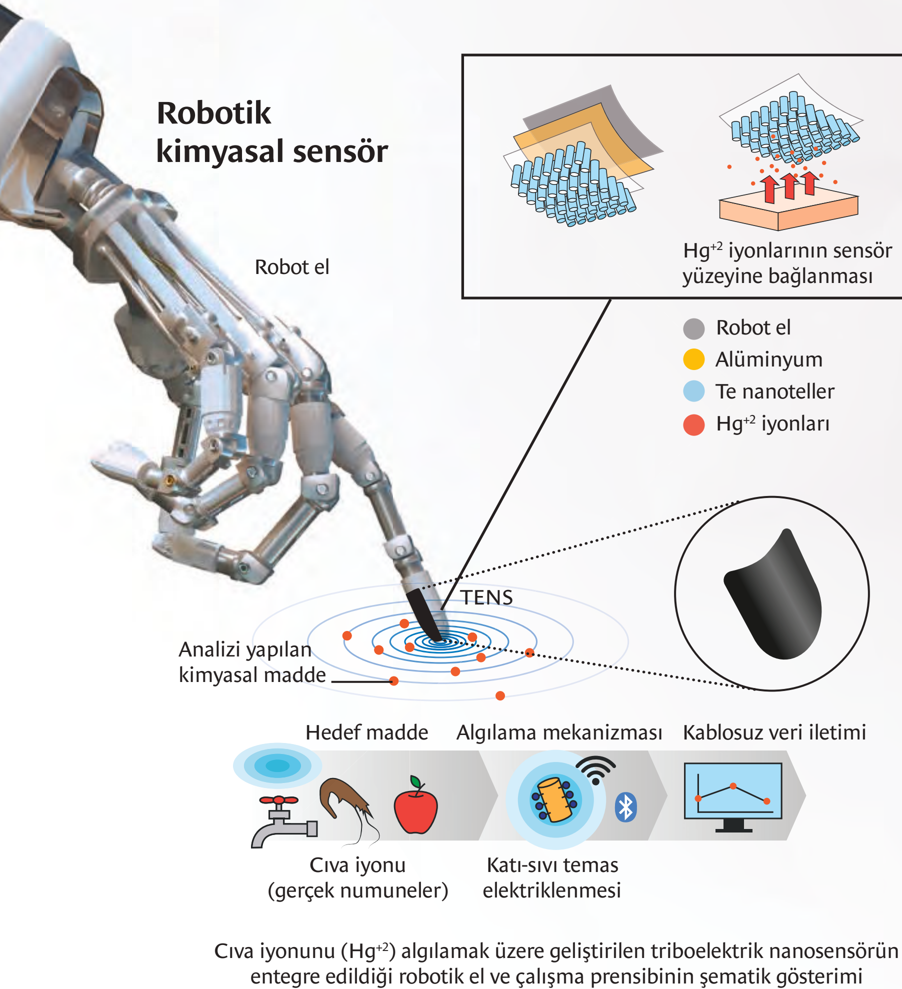
Yiyeceklerde ve Sudaki Cıvayı Tespit Edebilen Robot El

Dr. Tuncay Baydemir | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Doğadaki kirlenmeyi engellemek adına pek çok önlem alınmasına rağmen bu konuda yeterince başarı sağlandığını söylemek gerçekten zor. Özellikle cıva ve kurşun gibi zararlı kirleticiler çevrede, yiyeceklerde ve içme sularında bulunabiliyor. Bu kirleticilerin varlığını tayin etmekse genellikle zor ve karmaşık süreçler gerektiriyor.

Çevresel izleme ve güvenlik uygulamaları için tehlikeli kimyasalların varlığını yerinde ve hızlı bir şekilde tespit etmek gerekiyor. Ancak mevcut analiz teknolojilerinin yerinde uygulanması yüksek enerji gereksinimi ve düşük hassasiyet gibi nedenlerle kısıtlanıyor.

Triboelektrik nanosensörler ve nanojeneratörlerdeki son gelişmeler bu sorunların üstesinden gelmeyi sağlayabilecek potansiyel taşıyor. Yapılan son çalışmalardan birinde zararlı bir kimyasal kirletici olan cıva iyonlarının (Hg^{+2}) hızlı ve tek adımlı bir şekilde tespit ve tayinine yönelik hızlı ve kendi kendine çalışabilir bir triboelektrik nanosensörü geliştirildiği bildirildi.



Cıva iyonunu (Hg^{+2}) algılamak üzere geliştirilen triboelektrik nanosensörün entegre edildiği robotik el ve çalışma prensibinin şematik gösterimi

Tayvan Üniversitesinden Zong-Hong Lin önderliğindeki araştırma ekibi tarafından yapılan çalışmanın ayrıntıları *ACS Nano* dergisinde yayımlandı. Geliştirilen nanosensör küçük miktarlardaki cıva iyonlarını bile yerinde tespit edip raporlayabiliyor.

Cıva, iyon formundayken içme suyu ve gıdalar yoluyla tüketilirse ciddi sağlık problemlerine yol açabiliyor. Bu nedenle varlığının yerinde önceden tespit edilmesi gerekli tedbirlerin alınması adına büyük önem taşıyor. Günümüzde araştırmacılar dışardan yüksek enerji ihtiyacı duyan sensörler yerine, kendi enerjisini kendi karşılayan ve düşük miktarlardaki kirleticileri bile kolaylıkla tespit edebilen sensörler geliştirmeye çalışıyor. Triboelektrik nanosensörler (TENS) bu ihtiyaca cevap verme potansiyeli taşıyor. Bu cihazlar, bir tür statik elektrik olan triboelektrik etki sayesinde çalıştırılabiliyor. Böylece sensörün ihtiyacı olan enerji sağlanmakla kalmıyor, aynı zamanda belirli bir kimyasalın varlığı da tayin edilebiliyor. Lin ve arkadaşları, geliştirdikleri triboelektrik nanosensörler ile numuneye dokunarak cıva iyonu analizi gerçekleştirmeyi başardılar. TENS üretimi için cıvaya duyarlı nano boyutlarda bir dizi tel sensör kullanan araştırmacılar, bu sayede karışım içerisindeki cıvayı kolaylıkla tayin edebildiler. Katı-sıvı temaslı elektriklenme mekanizmasına dayanan ve katı bir triboelektrik malzeme ve algılama ucu olarak görev yapan tellür nanotel (Te NT) dizileri, cıva iyonları ile temas ettiğinde cıva tellür nanoteller (HgTe NT) elde edildi.

Geliştirilen TENS, robotik bir elin parmak uçlarına yerleştirildi ve defalarca örnek çözeltilere dokunma yoluyla denemeler gerçekleştirildi. Voltaj değişiklikleri gerçek zamanlı olarak akıllı bir telefona kablosuz şekilde iletildi ve cıva iyonlarının olup olmadığı bu voltaj değişimleri kullanılarak tespit edildi. Ayrıca aynı metotla doğal kaynak suları ve musluk sularındaki iyonların varlığını da tespit eden araştırmacılar, çeşitli gıda maddeleri üzerinde de zararlı kimyasal madde tayinleri yaptılar.

Triboelektrik nanojeneratörler olarak da adlandırılan bu sistemler, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilen temiz ve yenilenebilir teknolojiler olarak büyük ilgi görüyor. Bu teknolojinin temelinde ise iki malzeme yüzeyi karşılaştığında sürtünme nedeniyle yüzey yükünün oluştuğu temas elektriklenmesi ve elektrostatik indüklenme olgusu bulunuyor. Bu sistemlerde üretilen elektrik enerjisi, yalnızca bir güç kaynağı olarak değil; aynı zamanda kimyasal analiz için de kullanılıyor. TENS temas katmanları üzerinde tutulan kimyasalların elektriksel ölçümler üzerine olan etkisi bu analizleri yapmayı mümkün kılıyor.

Geliştirilen sistemin yerinde analiz potansiyelini denemek için yürütülen çalışmalarda, robotik elin parmak uçlarına yerleştirilen TENS’ler, harici bir enerji kaynağına ihtiyaç duymaksızın oldukça basit ve hızlı bir “dokun ve algıla” mekanizması ile ortamdaki cıva iyonlarının varlığını tespit etti ve kablosuz bir şekilde iletti. Kendi kendine çalışabilen sensörlerin robotlara entegrasyonunu başarılı bir şekilde sağlayan bu sistemin zararlı kimyasalların yerinde tespiti için düşük maliyetli cihaz ve makinelerin geliştirilmesini hızlandırması bekleniyor. ■

Kaynaklar

Barman, S.R., Lin, Y., Lee, K. Ve ark., Triboelectric Nanosensor Integrated with Robotic Platform for Self-Powered Detection of Chemical Analytes”, *ACS Nano*, 17, 2689-2701, 2023.

https://www.newscientist.com/article/2357871-robotic-hand-pokes-food-and-water-to-tell-if-they-have-mercury-in-them/#:~:text=A%20robotic%20hand%20equipped%20with,have%20been%20exposed%20to%20it.

HIZLI GENOM Dizileme Teknolojileri

Yenidoğanlarda Hayat Kurtarabilir

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Önce DNA dizileme, ardından da tüm genom dizileme teknolojilerinin giderek gelişmesi ve hızlanması, hem yaşam ve tıp bilimlerinde hem de biyoteknolojide çığır açacak gelişmelere neden oldu. Hızlı genom dizileme yöntemlerinin tıptaki uygulamaları yakın zamana kadar daha çok temel araştırmalar düzeyindeydi. Ancak son yıllarda çok hızlı çalışabilen ve makul maliyetlerle gerçekleştirilebilen dizileme yöntemleri geliştirilmesi, bu teknolojinin doğrudan tıbbi tanı ve tedaviler amacıyla kullanılmasının da önünü açtı. Dolayısıyla bu amaca yönelik çeşitli araştırma ve tıbbi deneme çalışmaları hız kazandı. Yapılan denemeler hızlı genom dizileme teknolojisinin yenidoğanlarda acil tanının kritik öneme sahip olduğu hastalıkların erken teşhisini sağlayarak hayat kurtarıcı olabileceğini gösteriyor.

Bazı bebekler ciddi sağlık sorunlarıyla doğuyor. Örneğin kalıcı hasarlar bırakabilen hastalık nöbetleri geçirebiliyor ya da kendi kendilerine nefes alıp verememe gibi ciddi sorunlar yaşayabiliyorlar. Tanı konamadığı ve bu yüzden de gerekli tedavi uygulanamadığı için pek çok çocuk hayatını kaybedebiliyor ya da kalıcı olarak engelli hâle gelebiliyor. Son yıllarda çok hızlı genom dizileme teknolojilerinin yenidoğan hasta bebekler üzerinde uygulandığı bir dizi tıbbi deneme, elde edilen genom verilerinin hem bebeklerin hayatlarının kurtarılması ve engellilik durumlarının önüne geçilmesi hem de genel olarak tedavi süreçlerinde zaman kazanılması açısından kayda değer ölçüde fayda sağladığını ortaya koydu.

Avustralya'daki Denemede Yüksek Teşhis Oranı

Geçmiş yıllarda dünyanın farklı yerlerinden az sayıdaki hastanede yenidoğanlar üzerinde hızlı genom dizileme yönteminin denendiği küçük çaplı araştırmalar yapıldı. Bu araştırmalarda bebeklerin 7000'i aşkın nadir genetik hastalıktan birine sahip olup olmadığı tespit edilmeye çalışıldı. California'nın San Diego kentindeki Rady Çocuk Hastanesi'nden Stephen Kingsmore'un verdiği bilgiye göre, bu çalışmalarda kritik düzeyde hasta olan bebeklerin ortalama %37'sine bir genetik hastalık teşhisi konuldu. Avustralya'da bulunan Victorian Clinical Genetics Services adlı kâr amacı gütmeyen genetik tanı merkezinden Zornitza Stark, bu tür denemelerin gerçekten tutarlı biçimde başarılı olduğunu ancak bunların kapsamının çoğunlukla tek bir hastaneyle sınırlı kaldığını belirtiyor. Stark ve ekibi bundan yola çıkarak beş yıl önce, Avustralya ölçeğinde, kritik düzeyde hasta bebeklere yönelik bir tüm genom dizileme deneme çalışması başlattı. Klinik deneme çalışması, 2018-2022 arasında Avustralya'nın çeşitli yerlerindeki çocuk hastanelerinde doğan ya da bu hastanelerde muayene ya da tedavi olan, yarıdan biraz fazlası 1 aylıktan küçük toplam 450 bebek üzerinde yürütüldü.

Her bir çocuğun kan örneğinin alınıp genomunun dizilenmesi ve sonuçların analiz edilip ilgili doktora bir rapor sunulması süreci ortalama olarak 2,9 günlük zaman aldı ve 10.000 ABD dolarına mal oldu.

Hızlı Genom Dizileme Bir Bebeğin Hayatını Kurtardı

Doğar doğmaz annesinin kucağına verilen River Weatherby adlı bebeğin nefes almadığı fark edildi. Hemen gerekli destek cihazına bağlanan bebeğin durumu giderek kötüleşti. Yapılan tetkiklerde karaciğerinin ve dalağının büyüdüğü, kan pulcukları düzeyinin de düşük olduğu görüldü. Bebeğe bir dizi kan nakli yapılması gerekti. Durum o kadar kötüleşti ki bir noktada doktorlar bebeğin geceyi atlatamayacağını söyledi.

Ebeveynleri Stark ve ekibinin yürüttüğü klinik deneme çalışması kapsamında River'ın genomunun dizilenmesini kabul etti. Sonuçlara göre, River'da GBA adlı genin arızalı bir versiyonunun yol açtığı Gaucher hastalığı vardı. Vücutta, özellikle de karaciğer ve dalakta yağlı maddelerin birikmesine neden olan hastalık, şiddetli vakalarda yaşam süresi beklentisini 2 yılın altına düşürebiliyor. Teşhisin ardından River'ın ebeveynleri, henüz iki haftalık olan bebeklerine Gaucher hastalığına yönelik ambroksol adlı, henüz deneme aşamasındaki ilaçla tedavi uygulanmasını kabul etti. Ambroksol tedavisiyle iyileşen River, şu anda yaşına uygun gelişim gösteren iki yaşında sağlıklı bir çocuk.

Philip Steury / iStock

Stark'ın elde ettiği sonuçlara göre, River klinik deneme kapsamında genetik hastalık teşhisi konmuş 240 bebekten biriydi. Kalan 210 bebeğin henüz karakterize edilmemiş ve dolayısıyla literatürde tanımlanmamış bir genetik hastalığa sahip olmaları ya da bakteri enfeksiyonu gibi genetik olmayan bir nedene bağlı olarak hasta olmaları ihtimaller arasında.

Teşhis alan bebeklerin yaklaşık %10 kadarı etkili tedavi alma imkânı buldu. Stark, daha fazla hastalık için tedaviler geliştirilip uygulanmaya konuldukça bu oranın artacağını düşünüyor. Örneğin hatalı genlerin sağlam kopyalarıyla değiştirilmesine dayanan beş gen tedavisi ABD'de yakın zamanda onay aldı. Ayrıca deneme aşamasında bulunan çok daha fazla sayıda başka gen tedavileri de mevcut.

Öte yandan, Stark, genomların dizilenmesinin, tedavisi olmayan genetik hastalıklara sahip bebekler için de faydalı olduğunu savunuyor. Çünkü belirli bir teşhis almanın hastayı gereksiz tetkiklerden ve sonuç alınamayacak doktor ziyaretlerinden kurtararak genel tıbbi bakımı iyileştirdiğini belirtiyor. Tedavisi olmasa bile bir teşhisin konması, aileleri sırf doktorlardan bir yanıt alabilmek için girdikleri yıllar sürebilen yıpratıcı arayış sürecinden kurtarıyor.

Çalışmaya katılmak herhangi bir genetik teşhisin konmadığı katılımcılar için de başka açılardan faydalı oldu. Stark negatif sonuç alınması üzerine, hastayla ilgilenen uzmanların genetik hastalık arayışı ile zaman kaybetmeden, örneğin akciğer ya da karaciğer biyopsileri gibi girişimsel testlere yönelebildiğini söylüyor.

Stark'a göre, klinik denemenin başarısı büyük ölçüde üç günden kısa süren teşhis süresine bağlıydı. Yaklaşık on yıl kadar önce bir genomun dizilenmesinin genellikle dört ila altı hafta aldığını söyleyen Stark, yoğun bakımdaki bebekler için zamanın kritik öneme sahip olduğunu vurguluyor.

Klinik denemede elde edilen başarı aynı zamanda, başka pahalı testlere ihtiyaç bırakmadığı için


123ducu / iStock

bebeklerin yoğun bakımda geçirdikleri süreyi kısalttı. Bu da Avustralya sağlık sistemine çocuk başına tahminen 25.000 Avustralya doları tasarruf sağladı. Stephen Kingsmore adlı araştırmacı da beş çocuk hastanesinden hasta bebekler üzerinde yürüttüğü bir çalışma kapsamında, hızlı genom dizileme uygulaması sayesinde çocuk başına 12.000 ila 15.000 ABD doları tasarruf edildiğini bildirdi.

Stark ve ekibi şimdi de hızlı genom dizilemenin sadece klinik bir denemenin bir parçası olarak değil, tüm Avustralya'da rutin olarak erişilebilir hâle gelmesi için devlet fonu oluşturulması adına uğraş veriyor.

İki Devasa Deneme Çalışması Yolda

Hızlı genom dizilemenin bebeklerde uygulandığı klinik denemelerde elde edilen başarılar, bu yaklaşımın toplumun geneline uygulanmak üzere rutin hâle getirilmesinin maliyet-fayda açısından verimli ve risk-fayda açısından avantajlı olup olmadığı, ne kadar uygulanabilir olacağı ve beraberinde ne gibi etik sorunlar getirebileceği gibi soruları gündeme getirdi. Birleşik Krallık'ta ve ABD'de başlatılan kapsamlı iki projede bu tür sorulara yanıt aranacak.

Birleşik Krallık geçtiğimiz yılın sonunda, 2023'te başlamak üzere Ulusal Sağlık Servisi (NHS, National Health Service) kapsamında sağlık güvencesine sahip olan 100.000 bebeğin genomunun dizilenerek yaklaşık 200 nadir genetik hastalığın taranacağı bir proje başlattığını duyurdu. New York şehrindeki benzer bir projede de şehrin yüksek etnik (dolayısıyla genetik) çeşitlilik sergileyen nüfusundan 100.000 bebek üzerinde yine genom dizileme yoluyla Birleşik Krallık'takinden biraz daha fazla sayıda genetik hastalığın taraması yapılacak.



Mohammed Haneefa Nizamudeen / iStock

Projelerde öncelikle standart yenidoğan genetik taramalarında tespit edilemeyen hastalıkların belirlenmesi amaçlanıyor. Tıpkı Avustralya'daki çalışmada ve daha öncekilerde olduğu gibi, genom dizileme bir probleme ilişkin erken uyarı sağlarsa bebeklerin kalıcı engelliliğini, hatta hayatını kaybetmesini engelleyebilecek müdahaleler alması mümkün olabilecek.

Ancak bebeklerin tüm genomlarının dizilenmesi, verilere kimlerin erişim hakkı olacağı ya da hiçbir zaman ciddi bir sağlık sorununa neden olmayacak kimi genlerin tespit edilmesinin ebeveynlerin gereksiz yere üzülmesine yol açabileceği gibi bir dizi etik sorunu gündeme getiriyor. Birleşik Krallık'taki projeyi yürüten devlet destekli bir şirket olan Genomics England'dan Richard Scott, konuya ilişkin sorunların karmaşıklığının farkında olduklarını, öte yandan daha çok çocukluk hastalığının tespit edilebilmesine yönelik ciddi bir talep bulunduğunu da belirtiyor.

Aslında pek çok ülkede her yeni doğan bebeğe topuğundan kan almak suretiyle çoğu biyokimya temelli çeşitli tarama testleri uygulanıyor ancak kontrol edilen hastalıkların sayısı en fazla birkaç düzineyi geçmiyor. Örneğin Birleşik Krallık'ta her yenidoğandan topuk kanı alınarak dokuz hastalık için tarama yapılıyor. Bu testlerle taranan hastalıklar özel bir diyetle tedavi edilebilen metabolik hastalıklardan ilaçla semptomlarına müdahale edilebilen spinal muskular atrofi (SMA) gibi kas hastalıklarına uzanan bir çeşitlilik gösteriyor. Çok daha yüksek maliyetli (1.000 ABD dolarını bulabilen ancak giderek düşmekte olan) olan tüm genom dizileme ise çok daha fazla hastalığın, örneğin tedavi edilmemesi durumunda beyin hasarına yol açabilen tiroid bozukluklarının tespit edilmesine imkân tanıyor.

Genomics England'ın 129 milyon ABD doları bütçeli Yenidoğan Genom Programı (Newborn Genomes Programme), 2023 sonundan başlayarak NHS kapsamında sağlık güvencesine sahip olan ve bebek bekleyen ebeveynlere katılım çağrısı yapacak. Programa iki yıldan uzun bir zaman diliminde 100.000 bebeğin dâhil edilmesi hedefleniyor. Hastalık oluşturma riski belirsiz olan ya da ancak yetişkinlik döneminde hastalık oluşturan gen varyantlarının ebeveynleri paniğe sevk etmesini engellemek için ebeveynlerle sadece araştırmalarda iyice incelenmiş ve 5 yaşından önce hastalık oluşturacağı kesin olan gen varyantlarına bağlı 200 hastalığa ilişkin sonuçlar paylaşılacak. Bunların hepsi basit bir vitamin takviyesinden kemik iliği nakline uzanan bir çeşitlilik gösteren tedavilerle iyileştirilebilen hastalıklar olacak.

Rutin Genom Dizileme Uygulamasına İlişkin Olası Riskler

Bebekler üzerinde tüm genom dizileme denemelerinin hız kazanması birtakım etik kaygıları da gündeme getiriyor. Londra'da biyoetik alanında faaliyet gösteren Nuffield Biyoetik Konseyi adlı kâr amacı gütmeyen kuruluşa mensup Dr. Frances Flinter, yenidoğan bebeklerde tüm genom dizileme girişimlerine yönelik olası bir dizi riske ve dezavantaja dikkat çekiyor. Flinter tüm genom dizileme uygulamasının, sonuçta nadir genetik varyantların tespit edildiği ancak hastalık belirtisi göstermeyen çocuklar açısından karmaşık bir durum oluşturabileceğini düşünüyor. Araştırmalar gerek yetişkinlerde gerekse bebeklerde genetik hastalıklarla ilintili varyantlara sahip her bireyin belirti göstermeyebildiğini ortaya koyuyor. Dolayısıyla Flinter tüm genom dizilemeye dayalı tarama uygulamalarında hatalı pozitif (gerçekte negatif olan bir sonucun bir testte pozitif çıkması) riskinin yabana atılmaması gerektiğini, üstelik bazen bu durumun ortaya çıkmasının yıllar sürebildiğini belirtiyor. Flinter ayrıca sağlıklı insanların genomlarında bile bir kısmı genin her iki kopyasını da etkileyen ciddi mutasyonlar olduğunu söylüyor. Dolayısıyla, tüm genom dizileme sonucunda tespit edilen, aslında hastalık oluşturmayan ve oluşturmayacak olan, ancak hakkında klinik veri bulunmadığı için risk olarak değerlendirilen bazı mutasyonlardan haberdar olmanın ebeveynler üzerinde gereksiz stres oluşturabileceğine de dikkat çekiyor. Yeni bebek sahibi olmuş ve zaten hassas bir döneminde olan bir çifte belirti göstermiyor olsa bile bebeklerinin genetik bir hastalığa sahip olduğunu söylemenin ebeveynlerin bebekle bağ kurma sürecini olumsuz etkileme olasılığı Flinter'ın dikkat çektiği bir başka husus. Ayrıca genetik hastalıkların önemli bir kısmı için fenotipik bir göstergeye (örneğin kanda anormal bir proteinin varlığı) dayalı testler bulunmadığı için hâlihazırda semptom göstermeyip genetik hastalık taşıdığı bildirilen bir bebeğin ailesi yıllar boyunca kaygı yaşayabilir. Flinter semptom göstermeyen ancak genetik hastalık tanısı konan bebeklerin ebeveynlerinin çocuklarını bir an önce doktorlara göstermek isteyebileceğini de düşünüyor. Bunun da zaten yoğun olan sağlık kuruluşlarında hâlihazırda bir hastalıktan muzdarip olan çocukların sağlık hizmetlerine erişimini aksatabileceğini ve bu aksaklığın da ayrı bir risk doğurabileceği görüşünde. Flinter bu risklerin bertaraf edilebilmesi için tüm bu senaryolar üzerinde çalışılması ve ilgili sağlık personelinin bu konularda eğitilmesi gerektiğini düşünüyor.

Projede genetik hastalıklara sahip en az 500 yenidoğan tespit edilmesi bekleniyor. Araştırmacılara göre, bu tür bir tarama Birleşik Krallık ölçeğinde yapılacak olsa her yıl söz konusu hastalıklarla doğan 3.000 kadar bebek tespit edilebilir.

New York'ta başlatılan Guardian Study adlı proje ise Columbia Üniversitesinden genetikçi Wendy Chung'ın liderliğinde ve iki firmanın desteğiyle gerçekleştirilecek. Dört yıl sürecek çalışmalarda 100.000 yenidoğan bebeğin genomu dizilenerek 160 kadar tedavi edilebilir hastalığın taraması yapılacak. Ebeveynlerin talep etmesi durumunda tedavisi olmayan ancak konuşma ve fizik tedavilerin faydalı olabildiği 100 nörogelişimsel hastalık da kapsama dâhil edilecek. Chung, projenin etik bir şekilde tasarlanabilmesi için ekibiyle birlikte çok titiz davrandıklarını ve ilgili olabilecek her merciye danıştıklarını belirtiyor.

Her iki araştırmada da problemli gen tespit edilen bebeklere uygulanan bakım ve tedavi süreçleri takip edilecek. Böylece politika üreten mercilerin yenidoğanlarda genom dizilemenin rutin hâle getirilip getirilmemesine yönelik karar vermesine yardımcı olacak sonuçlar elde edilmesi amaçlanıyor. ■

Kaynaklar

https://www.newscientist.com/article/2363097-rapid-genome-sequencing-helps-save-hundreds-of-critically-ill-babies/

https://www.science.org/content/article/sequencing-projects-will-screen-200-000-newborns-disease-genes

https://www.nuffieldbioethics.org/blog/whole-genome-sequencing-in-newborns-benefits-and-risks

Gözenekli Ahşap Malzemeler
Sentetik Yapı Malzemelerinin Yerini Alabilir

Dr. Tuncay Baydemir | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

İnşaat ve soğuk zincir taşımacılığı gibi alanlarda kullanılmak üzere ısı ve ses yalıtımı bakımından üstün nitelik gösteren sürdürülebilir malzemeler geliştirilmesine yönelik çalışmalar pek çok araştırmacının öncelikleri arasında yer alıyor.

Günümüzde enerji tüketiminin oldukça büyük bir kısmı binalarda gerçekleşiyor ve bu da karbon emisyonundan önemli oranda binaların sorumlu olduğu anlamına geliyor. Daha çevreci yapı malzemeleri kullanarak ısı ve ses yalıtımını başarılı bir şekilde sağlamak, bina sakinlerinin konforunu artırmanın yanında doğaya verilen zararın da asgari oranda tutulmasını sağlayabilir. Ahşap malzemeler bu alanda üzerinde en çok çalışma yapılan malzemelerden birisi olarak karşımıza çıkıyor.

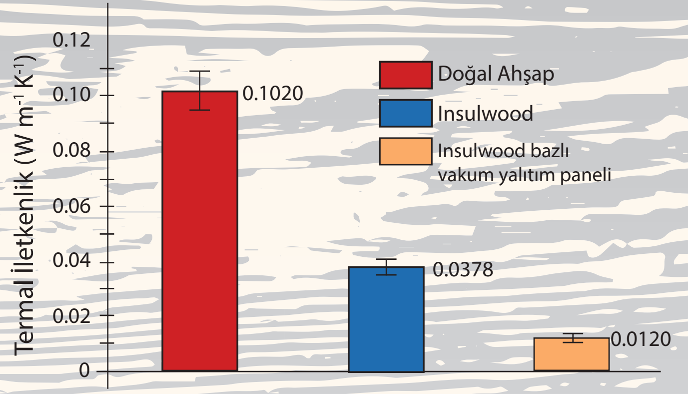
Yenilenebilir malzemelerin en önemlilerinden biri olan ahşap; ağırlığına oranla yüksek mukavemetli olması, kolay ve çevre dostu bir şekilde üretilebilmesi, düşük maliyetli ve sürdürülebilir olması gibi nedenlerle inşaatlarda uzun süredir kullanılıyor. Ancak ses ve ısı yalıtımı gibi konularda ahşabın istenilen seviyenin altında kalması, onun yerine polimer köpükler ile mineral ve cam yünleri gibi malzemelerin tercih edilmesine yol açıyor. Bu alternatif malzemeler gözenekli yapıları sayesinde oldukça iyi ısı ve ses yalıtımı sağlıyor. Ayrıca düşük maliyetleri sebebiyle de pazar payının büyük çoğunluğu bu tür malzemelerden oluşuyor. Öte yandan bu malzemelerin yenilenemeyen kaynaklardan üretilmesi, üretim süreçlerinde ve sonrasında doğayı kirletme potansiyelleri ile birlikte göz önüne alındığında etkili ve çevre dostu alternatif çözümler üretilmesi kaçınılmaz gözüküyor. Bu nedenle karbon bakımından yoğun ve yenilenemeyen yapay malzemelerin çevre dostu, yenilenebilir ve sürdürülebilir biyokütle temelli yapılarla değiştirilmesi gerekiyor.

Maryland Üniversitesi önderliğinde bu amaca yönelik çalışmalar yapan araştırma ekibi, ahşap malzemelere gözenekli bir yapı kazandırarak sentetik malzemelerle gerçekleştirilen ısı ve ses yalıtımını sağlamayı başardıklarını açıkladı. *Nature Sustainability* dergisinde yayımlanan çalışma ile geliştirilen işlemler sayesinde düşük maliyetli ve yüksek performanslı ahşap yalıtım malzemesi elde edildiği bildirildi.

Ahşap malzemeler gözenekli yapay malzemelerle kıyaslandığında ısıyı ve sesi yalıtma konusunda çok da başarılı değil, bu yüzden ancak gözenekli hâle getirilirlerse bu özellikleri geliştirilebilir. Bu düşünceden hareketle günümüze kadar çeşitli araştırmalar yapılmış olsa da gözenekli yapıda ve sağlam selüloz bazlı malzemeleri hızlı ve uygun maliyetli bir şekilde üretmenin önündeki engeller tam olarak aşılamamıştı.

Xinpeng Zhao ve arkadaşları tarafından yapılan bu çalışmada sürdürülebilirlik açısından her yerde ve

hızlı bir şekilde yetişebilen ağaç türleri tercih edildi. Bu ağaçlardan elde edilen malzeme önce kuvvetli bir baz olan sodyum hidroksit ile kaynatılarak yapısında bulunan lignin ve hemiselüloz ortamdan uzaklaştırıldı ve malzeme kurumaya bırakıldı. Böylece ahşap malzemede boylu boyunca çok sayıda gözenekli kanal elde edildi. Bu işlem, önceki çalışmalardakilere göre en az on kat daha hızlı bir şekilde ve zararlı kimyasallar kullanılmadan gerçekleştirildi.



Doğal ahşabın termal yalıtım özellikleri on kata kadar artırılabiliyor.



Lignin ve hemiselülozun ahşaptan kimyasal yollarla uzaklaştırılması, gözenekliliği büyük ölçüde artırıyor; bu da ısı ve ses yalıtımı özelliklerinin geliştirilmesini sağlıyor. Aynı zamanda ahşap kanalların doğal hizalanmış yapısı korunduğu için de yüksek mekanik performans elde ediliyor.

Zhao, X., Liu, Y. ve ark., "A scalable high-porosity wood for sound absorption and thermal insulation", *Nature Sustainability*, DOI:10.1038/s41893-022-01035-y, 2023.



Insulwood paneller

Elde edilen gözenekli yapıdaki ahşap malzemenin kütlesi yaklaşık %60 oranında azaldıysa da malzemenin dayanımı büyük ölçüde korundu. Ayrıca işlenmemiş ahşaba göre üç kat daha iyi termal yalıtım sergileyen bu yeni malzeme, ses yalıtımında da on kat daha iyiydi.

Yalıtımlı ahşap malzemeye İngilizcede yalıtım (insulation) ve tahta (wood) kelimelerinden esinlenerek "Insulwood" adı verildi. Gözenekli yapıdaki malzeme vakumlanarak havası boşaltıldıktan sonra gaz geçirmez bir bariyer film tabakası (vakum yalıtım paneli olarak adlandırılıyor) ile kaplanınca ısı yalıtımının daha da geliştirilebileceği gösterildi. Araştırmacılar, Insulwood kullanımının yaygınlaşması ile yapı işlerinden kaynaklı karbon emisyonlarının da azalacağını düşünüyor. Yüksek mukavemeti ile ısı ve ses yalıtımındaki başarısı göz önüne alındığında sentetik malzeme kullanımını azaltması beklenen bu yeni ahşap malzeme, biyobozunur yapıda olması ile de dikkatleri üzerine çekiyor. ■

Kaynaklar

Zhao, X., Liu, Y. ve ark., "A scalable high-porosity wood for sound absorption and thermal insulation", *Nature Sustainability*, DOI:10.1038/s41893-022-01035-y, 2023.

https://www.newscientist.com/article/2353350-high-tech-wood-filled-with-air-cavities-could-insulate-your-home/#:~:text=A%20porous%20material%20made%20by,is%20generally%20a%20poor%20insulator.

Okyanus Bilimleri On Yılı

Kpt. Yük. Müh. Sinan Yirmibeşoğlu [*TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü*
Prof. Dr. Burcu Özsoy [*TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü*

Evrende eşi benzeri olmayan masmavi bir gezegende yaşıyoruz. Uçsuz bucaksız bu mavilik dünyamızın %71'ini kaplıyor. Okyanuslar bizi besliyor, kültürleri birbirine bağlıyor, ekosistemler oluşturuyor ve küresel ısınmaya yol açan ısının %90'ından fazlasını emerek ısıl dengemizi koruyor. Dünyadaki 195 ülkenin yalnızca 44 tanesinin okyanusa veya okyanus bağlantılı bir denize kıyısı bulunmuyor. 3 milyara yakın insanın doğrudan bağlı olduğu okyanuslarımız paha biçilemez ölçüde ekonomik, sosyal ve kültürel öneme sahip.

İçerdiği deniz ve kıyı ekosistemlerinde barındırdığı biyoçeşitlilik ile dünyanın önemli bir parçası olan okyanuslar hakkında bilinmeyen ve keşfedilmeyi bekleyen binlerce gizem var. Son teknolojiyle donatılmış gemiler, yeni bilimsel ekipmanlar ve insansız su altı araçlarına rağmen okyanus diplerinin %80'inden fazlası henüz haritalanamadı. Hatta yaklaşık bir milyondan fazla deniz canlısının keşfedilmeyi beklediği tahmin ediliyor.

Dünyamızın büyük bölümünü oluşturan, mevsimleri dengeleyen, iklim sistemlerinin sürekliliğinde etkin rol alan su kaynaklarımızın sağlıklı ve sürdürülebilir şekilde korunması gerekiyor. Dünya genelinde herkesin okyanusları koruma konusunda farkındalığa sahip olması son derece önemli.

Okyanuslarla ilgili farkındalığı artırmak için çeşitli çalışmalar yürütülüyor. Örneğin Birleşmiş Milletler, 2008'de, 8 Haziran'ı Dünya Okyanus Günü olarak tanıdı. 2009'dan itibaren her yıl için bir Dünya Okyanus Günü teması belirlendi. Bu kapsamda özellikle okyanusların ve okyanuslardan elde edilen kaynakların sürdürülebilir ve etkin bir biçimde yönetilmesinin önemine dikkat çekilmeye çalışılıyor. 2023 yılının teması ise "Canlandırma: Okyanuslar için Kolektif Eylem" olarak belirlendi.

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) okyanusları korumanın önemiyle ilgili dünya genelinde farkındalık oluşturabilmek için 2021-2030 yıllarını Okyanus Bilimleri On Yılı ilan etti. Bu bağlamda, 5 Kasım 2017'de "Sürdürülebilir Kalkınma için Okyanus Bilimleri On Yılı" bilimsel eylem amaçları hazırlandı.

2021 – 2030 yılları arasında yapılacak bilimsel eylemlerin yaklaşık yedi amaç doğrultusunda gerçekleştirilmesi ve bu yolla yeni bir küresel felaketin önlenmesi amaçlanıyor.

Nuture / iStock



Okyanus Bilimleri On Yılı Amaçları

Temiz Bir Okyanus: Kirlilik kaynaklarının belirlendiği ve azaltıldığı veya ortadan kaldırıldığı temiz bir okyanus.

Sağlıklı ve Çabuk İyileşebilen Bir Okyanus: Deniz ekosistemlerinin anlaşıldığı, korunduğu, restore edildiği ve yönetildiği sağlıklı ve çabuk iyileşebilen bir okyanus.

Üretken Bir Okyanus: Sürdürülebilir gıda tedarikini ve sürdürülebilir bir okyanus ekonomisini destekleyen üretken bir okyanus.

Tahmin Edilebilir Bir Okyanus: Toplumun değişen okyanus koşullarını anladığı ve bunlara yanıt verebildiği tahmin edilebilir bir okyanus.

Güvenli Bir Okyanus: Hayatın ve geçim kaynaklarının okyanusla ilgili tehlikelerden korunduğu güvenli bir okyanus.

Erişilebilir Bir Okyanus: Veriye, bilgiye, teknolojiye ve inovasyona açık ve eşit erişime sahip erişilebilir bir okyanus.

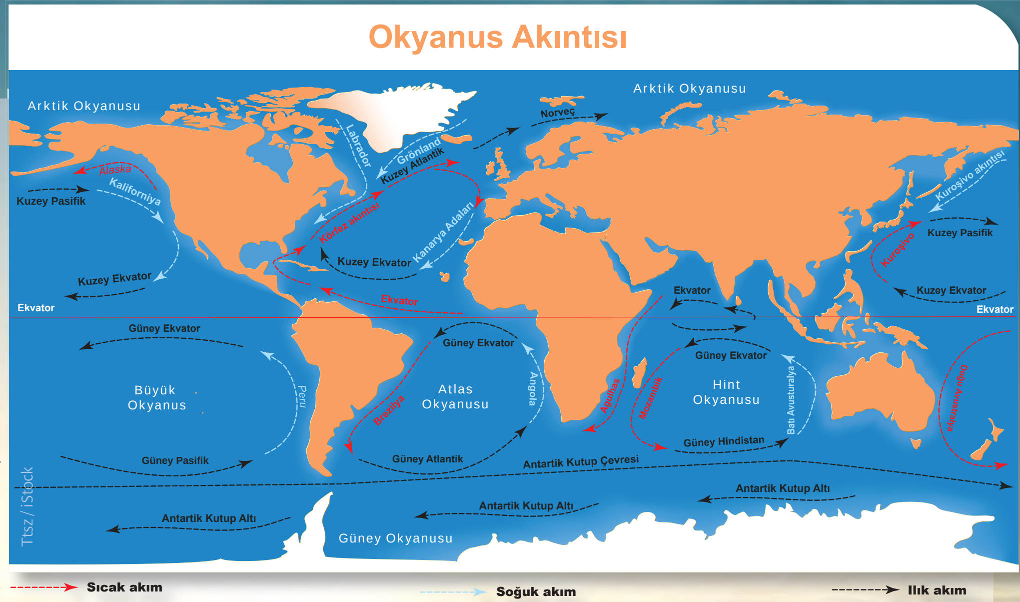
İlham Verici ve İlgi Çekici Bir Okyanus: Toplumun okyanusu insan refahı ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili olarak anladığı ve ona değer verdiği ilham verici ve ilgi çekici bir okyanus.





Valio84sl / iStock

Egal / iStock



Okyanuslar

Yeryüzündeki beş okyanus, sıcaklık ve tuzluluk farklılıklarından kaynaklanan bir hareketle birbirlerine sımsıkı bağlı. Eğer okyanuslardaki herhangi bir yoğunluk, sıcaklık ya da tuzluluk değeri değişirse bütün döngü etkilenir. İşte tüm akıntıları birbirine bağlayan sisteme tuzluluk-sıcaklık akıntısı (termohalin döngü) ya da diğer ismiyle büyük taşıyıcı bant ismi verilir. Bu bandın bir noktadan başlayıp tüm okyanusları gezdikten sonra aynı noktaya dönmesi tam bin yıl sürüyor. Bu durumu kanıtlayan bilimsel gerçeklerin yanı sıra eğlenceli olaylar da var. 1992 yılında Büyük Okyanus'ta seyreden Evergreen Ever Laurel isimli gemi, taşıdığı konteynırların büyük bölümünü suya düşürdü ve konteynırlarda bulunan tam 28.000 adet oyuncak ördek suya salındı. Bilim insanları bu oyuncakları yıllar boyunca takip ederek büyük akıntı sisteminin gerçekliğini ortaya koydular.

Büyük Okyanus: Dünyanın %30'unu kaplayan en geniş okyanustur. Neredeyse dünyadaki suların yarısını barındırır. Ortalama derinliği 3.338 metre iken, en derin yeri olan Mariana Çukuru 10.994 metre derinliktedir.

Atlas Okyanusu: Amerika kıtası ile Avrupa ve Afrika kıtaları arasında yer alan bu okyanus büyüklük bakımından ikinci sıradadır. Gemi trafiğinin en yoğun olduğu bu okyanusun ortalama derinliği 3.646 metre iken, en derin yeri olan Porto Riko Çukuru 8.376 metre derinliğe ulaşır.

Hint Okyanusu: Büyüklük sıralamasında üçüncü olan Hint Okyanusu, kıyılarında en çok insan barındıran okyanustur. Jeolojik açıdan en genç okyanus olarak bilinir. Ortalama derinliği 3.741 metre iken, en derin yeri olan Sunda Çukuru 7.725 metre derinliktedir.

Güney Okyanusu: Uluslararası Hidrografi Örgütü tarafından 2000 yılında resmen okyanus olarak tanınmıştır. Antarktika Kıtası'nın etrafını çevreleyen bu su kütlesi, en büyük dördüncü okyanustur ve 60 derece güney enleminin güneyinde kalan suları kapsar. Hakkında en az bilgi sahibi olunan okyanustur. Hatta 2022 yılında 240 km^2 büyüklüğü ile dünyadaki en büyük balık yuvalama alanı burada keşfedilmiştir. Ortalama derinliği 3.270 metre iken, en derin yeri olan Güney Sandviç Çukuru 7.433 metre derinliğe ulaşır.

Arktik Okyanusu: Dünyanın en ufak, en sığ, en soğuk ve en az tuzlu olan okyanusudur. Yıl boyunca üzerinde kalın bir deniz buzu tabakası görülürken birbirinden eşsiz canlılara ev sahipliği yapar. Ortalama derinliği 987 metre iken, en derin yeri olan Molloy Derinliği ise 5.550 metre derinliktedir.

Tehlike

Okyanuslar uçsuz bucaksız olsa da onları bekleyen tehlike hızla büyüyor. Bilim insanlarının ortaya koyduğu araştırmalar sonucu bu yüzyılın sonunda tropik mercan resiflerimizi tamamen kaybetmekle karşı karşıya kalabiliriz. Birkaç yıl içinde ise denizlerimizde balıklardan çok plastikler olacak. Hatta bu hesaba mikroplastikleri de katarsak kum taneleri ile yarışacak duruma gelebiliriz. Kutuplarda ve özellikle Arktik Okyanusu'nda hızla eriyen deniz buzları başta kutup ayıları olmak üzere birçok canlının neslinin tükenmesine ve göç etmesine neden olacak. Tahminlere göre 2050 yılının yaz aylarında Arktik Okyanusu'nun ortasında hiç deniz buzu görülemeyecek, bu da akıntıların değişmesi başta olmak üzere beklenmedik sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir. Kara ve denizlerde insan kaynaklı faaliyetler okyanus yüzeyinin %40'ını doğrudan etkiliyor. Okyanuslarda oksijen miktarının azalması ölü bölgelerin ortaya çıkmasına yol açıp zararlı alglerin çoğalmasına neden olurken çöplerimiz okyanuslarda devasa adalar oluşturuyor. Okyanus kirliliği kaynaklı birçok tehlike bizleri beklerken yapılan araştırmalara ayrılan bütçeler hâlâ çok yetersiz.


Panaramka / iStock

Koruma Çalışmaları

Okyanusları korumak için birçok kural, sözleşme ve antlaşma bulunuyor. Özellikle gemilerden kaynaklı deniz kirliliklerini önlemek için Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi (MARPOL), Kutup Sularında Faaliyet Gösteren Gemiler için Uluslararası Kod (Kutup Kodu) gibi önemli kurallar göze çarpıyor. Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesinin (UNCLOS) yanı sıra altı kıtada sahilleri bulunan ülkeler kendi kara suları için kanunlarında birçok kural ortaya koyarken hiçbir ülkeye ait olmayan Antarktika Kıtası ve çevresini saran Güney Okyanusu için ise Antarktika Antlaşması Çevre Koruma Protokolü (Madrid Protokolü) öne çıkıyor. Daha birçok farklı bölgesel koruma sözleşmeleri ile hem okyanuslarımızın korunması ve sürdürülebilir olması hem de iklim değişikliği ile mücadele için önlemler hedefleniyor. Bu çalışmaların yanı sıra kâr amacı gütmeyen çeşitli kuruluşlar veya topluluklar da okyanusların korunması amacıyla yürütülen çalışmalara destek veriyor.

Bu yolda atılmış en önemli adımlardan biri, Birleşmiş Milletler tarafından ilan edilen Okyanus On Yılı, küresel okyanus bilimi ile hizmetlerini desteklemekten sorumlu alt organı olan UNESCO Hükümetlerarası Oşinografi Komitesi (IOC) tarafından koordine ediliyor. Ülkemizin de içerisinde aktif olarak yer aldığı Okyanus On Yılı Uygulama Planında yaklaşık 2.500 paydaş, çalışmalarını aktif bir şekilde sürdürüyor. Ülkemizde Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı tarafından koordine edilen "BM Okyanus On Yılı Ulusal Komitesi"nde çalışmalarını sürdüren bilim insanları ve uzmanların görev aldığı kurumları şöyle sıralayabiliriz: TÜBİTAK MAM Başkanlığı; TÜBİTAK MAM Kutup Araştırma Enstitüsü; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı; Tarım ve Orman Bakanlığı;

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü; Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü; İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü; İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Dekanlığı; Karadeniz Teknik Üniversitesi; ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü; Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi; Ankara Üniversitesi Deniz Hukuku Uygulama ve Araştırma Merkezi; Türk Deniz Araştırmaları Vakfı.

Kutup Araştırmaları Enstitüsü Neler Yapıyor?

TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü kuruluşundan bu yana ülkemiz bilim insanlarını ve araştırmacılarını hem Arktik Okyanusu hem de Güney Okyanusu hakkında bilimsel çalışmalar yapmak için destekliyor, yönlendiriyor ve eğitiyor. Okyanus Bilimleri On Yılı amaçlarına ulaşılmasına katkı sağlamak üzere, erişilmesi en zor iki okyanusa bilimsel seferler gerçekleştiren Enstitü; ülkemizdeki çeşitli kurumlarla da iş birlikleri yürüterek araştırmalarını ve kabiliyetlerini her geçen gün arttırıyor.

Ülkemizin İlk Ulusal Antarktika Bilim Seferi 2017 yılında başlamıştı. Günümüzde ise Antarktika'ya toplam yedi ve Arktik'e de iki sefer düzenlenerek geniş çapta deniz bilimlerini de içerecek araştırmalar tamamlandı. Örneğin, yapılan çalışmalarda toplanan su örneklerinde mikroplastikler saptandı. Bu araştırmalar arasında öne çıkanlardan biri, Antarktika'da Türk Bilim Üssü'nün çevresindeki deniz tabanının yüksek çözünürlüklü ve detaylı şekilde haritalandırılması oldu. Ayrıca yeni canlı türü keşifleri de yapılarak uluslararası gen bankasına işlendi.

Enstitü bilimsel araştırmalar yürütmenin ve desteklemenin yanında genç nesli kutup ve okyanus bilinciyle yetiştirmek için çeşitli etkinlikler, festivaller, yarışmalar ve eğitimler de düzenliyor. Bunlar arasında en göze çarpanı geçtiğimiz yıl 2204-C Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri Yarışması oldu. Bu yarışmada birinciler arasında düzenlenen yarışta da birinci olan ekip okyanus bilimlerine katkı sağlayacak, "Kutup Okyanuslarındaki Mikroplastik Kirliliğini Önlemek için Yerli ve Milli Biyoplastik Materyal Üretimi" isimli projelerini 7. Ulusal Antarktika Bilim Seferi'nde gerçekleştirdi.

Sizler Neler Yapabilirsiniz?

Okyanusları korumak için atabileceğimiz ilk adım; evimizde içtiğimiz suları, ülkemiz su kaynaklarını ve denizlerimizi temiz tutmaktan ve sürdürülebilir kılmaktan başlar. Unutmamalıyız ki dünyamıza dışarıdan herhangi bir su tedariği olmuyor. Bugün mutfakta, banyoda, okulda ya da iş yerinde kullandığımız su; aslında dünyadaki tek su kaynağımız. Bu konuda bilinçlenmek için su ve okyanus okuryazarlığımızı arttırmalı ve bilimsel gelişmeleri takip etmeliyiz. Sizler de denizlerimizle okyanuslarımızı korumak, suyumuzu sürdürülebilir kılmak ve iklim değişikliği ile mücadele etmek için "Okyanus Bilimleri On Yılı" çalışmalarına katılabilirsiniz. Hem ulusal hem de uluslararası yürütülen çalışmalara destek olabilirsiniz. Bu kapsamdaki araştırmalar için "Okyanus Bilimleri On Yılı" internet sayfasını (https://oceandecade.org/) ziyaret ederek yola koyulabilirsiniz. Ayrıca TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsünün, kutup okyanuslarında gerçekleştirdiği bilimsel faaliyetlere de katkı sunabilir ve gelişmeleri https://kare.mam.tubitak.gov.tr/ adresinden takip edebilirsiniz. ■





Kaynaklar

https://oceanic.global/projects/united-nations-world-oceans-day-2021/
https://worldoceansday.org
https://oceandecade.org/
https://en.unesco.org/ocean-decade
https://kare.mam.tubitak.gov.tr/
https://www.theguardian.com/environment/2012/feb/12/great-escape-bath-toys-pacific
Obbard, R. W., Microplastics in polar regions: the role of long range transport. Current *Opinion in Environmental Science & Health,* 1, 24-29, 2018.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf (IPCC, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, Altıncı Değerlendirme Raporu: Politika Yapıcılar İçin Özet).
https://en.wikipedia.org/wiki/Friendly_Floatees_spill
doi. 10.30897/ijegeo.1018913
https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00433
https://kare.mam.tubitak.gov.tr/tr/haber/lise-ogrencileri-kutuplara-gidiyor

SeppFriedhuber / iStock

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*



Işığın Dalga Modeli

Francesca Maria Grimaldi'nin (1618-1663) ışığın opak nesnelerin kenarlarından büküldüğünü deneysel olarak gözlemlemesi, ışığın doğası hakkında tartışmalara yol açarken optik konusunda çalışan araştırmacıları da ikilemde bırakmıştı. Çünkü kendisi ışık araştırmalarına başladığı sıralarda egemen görüş, ışık ışınlarının parçacıklardan oluştuğunu ve doğru çizgiler boyunca yayıldığını savunan parçacık modeliydi. Grimaldi'nin keşfinden kısa bir süre sonra Isaac Newton'un (1643-1727) son şeklini verdiği parçacık kuramı bilim çevrelerinde büyük ağırlığa sahip olsa da Grimaldi'nin kırınım gözlemi göz ardı edilecek bir keşif değildi. Böylece bilim insanları bir yandan çok iyi bir biçimde düzenlenmiş ve optik fenomenlerin açıklamasını ikna edici bir biçimde yapabilen Newton'un parçacık modeliyle, diğer yandan ise Grimaldi'nin henüz işin başlarında olmasına karşın ışığın dalga nitelikli olabileceğini bildiren dalga modeliyle karşı karşıya kalmışlardı.

Otoritenin dediğine sadık kalarak hareket edilecekse Newton'un kuramının öngörülerinden ve sonuçlarından şüphe etmek olamazdı. Ancak iş bu kadar kolay değildi. Çünkü diğer taraftan henüz yeterince detaylandıramamış bile olsa Grimaldi de düzenlediği deneye dayalı olarak ışığın büküldüğünü ve dolayısıyla dalga özelliği gösterdiğini ciddi bir şekilde belirlemişti. Başka bir deyişle, söz konusu olan bir varsayım değil, deneysel



Christiaan Huygens
(1629 – 1695)

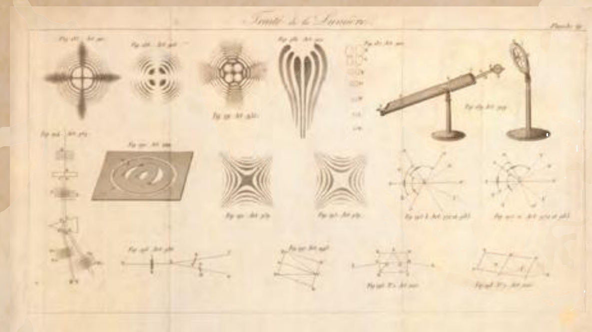
bir sonuçtu. Nitekim kısa bir süre sonra ışığın doğasının parçacık mı, yoksa dalga mı olduğunu merak eden bir başka bilim insanı daha konu üzerinde çalışmaya başladı. Bu bilim insanı Christiaan Huygens'di (1629-1695). Huygens; doğrusal yayılım, yansıma, kırılma, yansıma ve kırılma sonucunda görüntü oluşumu gibi temel optik konularında araştırmalar yaptı ve ışığın dalga nitelikli olduğu hususunda karar kıldı. Araştırmalarının sonuçlarını *Traité de la Lumière* (Işık Üzerine İnceleme, 1690) başlıklı kitabında yayımladı. Artık bu konuda Grimaldi yalnız değildi. Optik konusunda yeni bir dönem başlamıştı. Işık gerçekten de su ve hava gibi bir tür dalga akışı olabilir miydi?

Küresel Dalga Modeli

Araştırmaları sonucunda Huygens, ışıklı bir nesnenin kendisini çevreleyen ortamın her yönüne ışık atımları yaydığını belirledi. Bu durum durgun suya dik olarak bırakılan bir taşın iç içe geçmiş halkalar oluşturmasına benzetilebilirdi. Kaynaktan çıkan ilk ışık atımıyla oluşan halkaya dalga sınırı diyen Huygens, bu dalga sınırının üzerindeki her bir noktanın da derhal kendi ışık atımlarını meydana getirdiğini, başka bir deyişle kaynaktan çıkan ilk ışık dalgasının üzerindeki her bir noktanın bir başka tekil dalganın merkezi konumunda olduğunu, ancak bu ikincil dalgaların daha zayıf olduklarını belirledi. Bu şekilde gerçekleşen yayılımın iç içe geçmiş halkalar boyunca devam ettiğini ve sonuçta ortaya bir ışık küresinin çıktığını ileri sürdü. Işık ışınlarının yayılımına ilişkin bu anlatıma optik tarihinde "ışığın küresel yayılımı", yayılımı belirleyen ilkeye de "Huygens ilkesi" adı verildi.



Christiaan Huygens'in dalga modelini açıklamak için kullandığı bir diyagram



Işık kırılma modelleri. Bu diyagramlar, Hollandalı astronom ve fizikçi Christiaan Huygens'in "Işık Üzerine İnceleme" (1690) kitabından alınmıştır. Huygens, ışığın dalga teorisini ilk kez bu kitapta önerdi.


İbnü'l Heysem

Huygens'in görüşleri ışık tarihine yeni bir boyut kazandırmış ve önemli detaylarla zenginleştirilmiş olsa da ışığın yayılımının küre biçiminde olduğu düşüncesini ilk kez Huygens dile getirmemiştir. Bu konuda İbnü'l-Heysem (965-1039) ve Takîyüddîn İbn Marûf'un (1521-1585) ciddi çalışmaları olduğu biliniyor. Her iki bilim insanına göre de ışık kaynağı olan bir nesne, üzerindeki her bir noktadan kendisini sarmalayan ortamın her bir noktasına, toplamı küre oluşturacak şekilde ışık ışınları göndermektedir.

İbnü'l-Heysem, *Kitâb el-Menâzır* (Optik Kitabı) başlıklı çalışmasında konuya ilişkin araştırmalarının sonucunu şöyle açıklar: "Yapmış olduğumuz yorumlardan, tümevarıma dayalı açıklamalardan ve deneylerden açığa çıkan şudur: Işıkların tümü yalnızca doğru çizgiler boyunca yayılır. İster ışık kaynağı isterse ışıklandırılmış olsun, ışıklı tüm nesnelerdeki her bir noktadan çıkan ışık, o noktaya bitişik saydam nesne [ortam] aracılığıyla, o noktadan uzadığı kabul edilen tüm doğru çizgiler boyunca yayılır. [Aynı şekilde] şu da açığa çıkar ki ışıklı her bir nesnedeki, her bir noktadan, o noktaya bitişik saydam nesne [ortam] aracılığıyla yayılan ışık küre biçiminde, yani saydam nesne aracılığıyla bu noktadan uzadığı düşünülen her bir doğru boyunca yayılır. Aynı şekilde, hava ya da benzeri saydam bir nesne, eğer herhangi bir ışıkla ışıklandırılırsa, bu saydam nesneyi aydınlatan ışığın her bir noktasının ışığı, bu saydam nesne içerisinde, bu noktadan uzayan her bir doğru boyunca yayılır. Bütün ışıklı nesnelerin ışıklarının yayılımı bu şekilde olur.".

Metin dikkatlice incelendiğinde, ister kendinden ışıklı isterse ışıklandırılmış olsun, ışık ışınlarının, kaynaklarının üzerindeki her bir noktadan, o noktadan çıkan bütün yönlere çizilecek doğrular boyunca yayılacağı ve yayılımın toplamının ise küre şeklinde olacağı hususunun kesin bir yargı olarak ileri sürüldüğü açıkça görülebilir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise İbnü'l-Heysem'in küresel yayılımın doğru çizgiler boyunca gerçekleştiğini belirtmesi ve bu yoldan doğrusal yayılımla küreselliği bağdaştırmış olmasıdır. Bu bakış açısının ışığın dalga biçiminde yayıldığı düşüncesine yol açmış olmasını bir olasılık olarak değerlendirmek mümkündür. Bununla birlikte İbnü'l-Heysem'in anlatımında dalga sınırı anlamına gelecek bir ifade bulunmaz. Dolayısıyla, onun ışığın mahiyetini dalga olarak kabul ettiğini kesin bir bilgi olarak ileri sürmek mümkün değildir. Öte yandan, durum böyle olsa da Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi başlıklı bilim tarihi çalışmasında Colin Ronan (1920-1995) İbnü'l-Heysem'in bu ışık yayılımı tasarımının Huygens'in ikincil dalgalar fikrini de kapsadığını savunur.

Huygens öncesi dönemde küresel ışık yayılım tasarımına katkı yapan bir diğer bilim insanı da Takîyüddîn İbn Marûf'tur. Kitâbu Nûri Hadakati el-Ebsâr ve Nûri Hadîkati el-Enzâr (Işığın Niteliği ve Görmenin Oluşumu Üzerine) başlıklı eserinde konuyu şöyle açıklar: "Işık, ışıklı bir nesneden küresel olarak yayılır. Hatta bu küresel yayılım o nesnedeki her bir noktadan olur. Böyle olmasaydı; onun ışığı, karşısındaki bütün yönlere doğru yayılmazdı. Bundan dolayı ışıklı bir nesnedeki her bir noktadan küresel ışınların çıktığı varsayılır. (...) Bunlardan her birisi [yani çıkan ışın çizgileri] doğrusal olarak uzatılsalar, bazıları paralel olacak, bazıları kesişecek ve bazıları da birbirinden uzaklaşacaktır.".

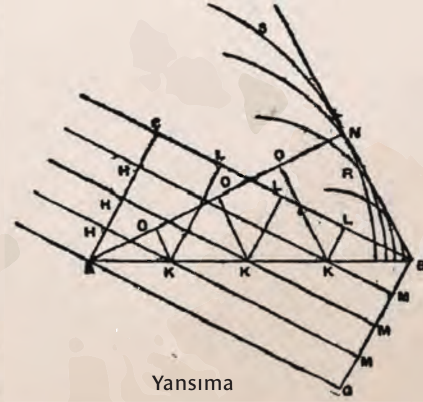


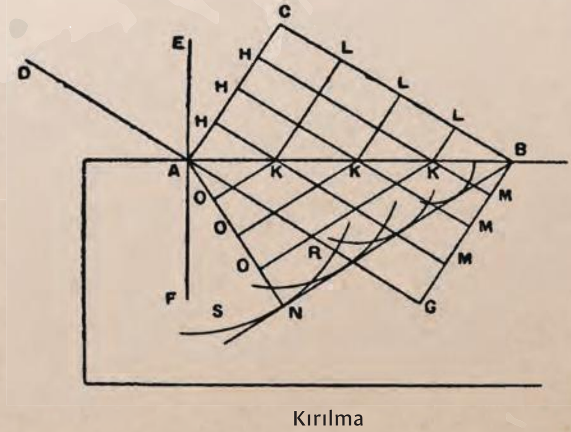
Küresel yayılımın şematik gösterimi

Metinde küresel yayılımın doğrular boyunca ve her yönde gerçekleştiği, bunun sonucu olarak da ışıklı nesnenin üzerindeki noktalardan çıkan ışınların paralel, kesen

ve uzaklaşan biçimlerde dağılım göstereceği belirtilerek konunun detaylandırıldığı anlaşılır. Burada da dalga sözcüğü geçmemesine karşın yayılımın küresel olduğu açıkça ifade edilmiştir.

Bu bilgiler ışığında değerlendirildiğinde, Huygens'in yaklaşımının iki önemli yenilik getirdiğini belirtmek gerekir. Birincisi ışığın dalga nitelikli olduğu, ikincisi de yayılımın küresel olduğu. Artık yapılması gereken Antik Çağ'dan itibaren geliştirilerek aktarılan doğrusal yayılım, yansıma, kırılma ve renklerin oluşumu gibi geleneksel optik konularını dalga kabulüne göre olgusal ve matematiksel olarak açıklamayı başarmaktı. Huygens bu hususları kitabında oldukça detaylı ele almış ve yeni bir optik kuramı olarak dalga kuramını ileri sürmüştü. Ona göre bir dalganın her bir noktası, noktasal ışık kaynağından çizilen doğru boyunca yayılmaktadır. Başka bir deyişle, noktasal ışık kaynağından çıkan ışık dalgası o noktadan çizilen doğrularca sınırlandırılır. Işığın ayna benzeri parlak yüzeylerde yansımasına gelince, artık ayna yüzeyine gelen ışık ışını değil, noktasal kaynaktan çıkan doğruların sınırladığı bir dalga demeti olduğu için demeti oluşturan her bir ışın çizgisi, dalga demetinin yüzeye geliş açısına uygun açıyla düşecek ve geliş açısına eşit olarak da yansıyacaktır. Geometrik çizim yoluyla yansıma yasasının geçerli olduğunu kanıtlayan Huygens, benzer yöntemle kırılma konusunu ele almış ve örneğin havadan suya geçen dalga demetini oluşturan her bir ışın çizgisinin, iki ortamın ayrılım yüzeyine geliş açılarına bağlı olarak düşeceklerini ve söz konusu açılara uygun açılarla kırılmaya uğrayacaklarını belirtmişti.


Yansıma



Kırılma

Böylece Huygens, uzun bir süre boyunca desteklenmiş olan ışığın parçacık kuramının matematiğe dayalı başarısına denk bir anlatımda bulundu. Ancak beklenen ilgiyi göremedi ve yine optik çalışmaları parçacık kabulü doğrultusunda sürdürüldü. Işığın doğasının dalga nitelikli olduğunun bilim insanları arasında beklenen ilgiyi görmesi ancak Thomas Young (1773-1829) ve başka bilim insanlarının yoğun çalışmalarıyla gerçekleşti.

Gelecek sayıda ışığın dalga modeli konusundaki araştırmaları ele almayı sürdüreceğiz. ■

Kaynaklar

Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü: Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi,* (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Dr. Bülent Gözcelioğlu [*turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr*

Parfüm Ağacı Ylang Ylang



Uzakdoğu Asya'da pürüzsüz, parlak yeşil yapraklı, güzel kokulu, limon sarısı renginde çiçekleri olan bir ağaç türü yaşar. Parfüm ağacı, ylang ylang, çiçeklerin çiçeği gibi farklı adları olan bu bitkinin çiçekleri ve onlardan elde edilen uçucu yağlar günümüzde parfüm üretimi başta olmak üzere kozmetik endüstrisi tarafından yaygın olarak kullanılıyor.

Ylang ylang ağaçları doğal olarak Filipinler, Malezya ve Endonezya'da bulunur. Bununla birlikte Madagaskar, Polinezya, Melanezya, Mikronezya ve Komor adalarına da taşınmış olup günümüzde geniş bir coğrafyada yetiştirilir. Ylang ylang ağaçları hızlı büyür. Genellikle 10-20 metre boyunda olsalar da bazıları 40 metreye kadar uzayabilir. Yetiştiriciliği yapılan ağaçlarınsa çiçeklerini toplamak için ağaç tepeden eğilir ve yukarı değil yanlara doğru büyümesi sağlanır. Bu sayede tüm çiçekleri toplamak mümkün olur. Çiçeklerden uçucu yağ elde edilir. Tohumdan yetiştirildiğinde ise çiçek açmaya başlaması 3-4 yıl sürer. İlk aşamada yılda iki kez çiçek açar, ağaç olgunlaştıkça neredeyse sürekli çiçek açar. Bu çiçekler, tozlaştırmayı sağlayan ve gece uçan güveleri çekmek için, en yoğun kokularını geceleri salgılar. Kokuyu doruk noktasında yakalamak için ylang ylang çiçekleri gün doğumunda toplanır ve ardından hemen su buharıyla damıtılır. Olgunlaştığında siyaha dönen ve çok çeşitli tropik kuşlar ve küçük memeliler için yararlı bir besin kaynağı olan meyveleri aynı zamanda içeceklere, şekerlemelere, sakızlara ve dondurmalara tatlandırıcı olarak katılır. Madagaskar'da ylang ylang yaygın kullanılan bir dondurma aromasıdır.

Ylang ylang, 1600'lerde Avrupalı kaşifler tarafından keşfedildi ve zamanla kokusu Avrupa'da popüler oldu. Ylang ylang'ın ilk ticari ekimi 1800'lerde Filipinler Manila'da başladı. Bununla birlikte, 1700'lerde Fransız sömürgeciler Reunion adasına ylang ylang getirmişler. 1900'lerin başlarında ise Komor ve Madagaskar adalarında da yetiştirilmeye başlandı. 1920'lerde ylang ylang, tüm zamanların en ünlü parfümlerinden birisinin temel bileşeni olarak kullanıldı. Günümüzde yüzlerce başka parfüm için de ylang ylang temel bileşen olarak kullanılıyor. 20. yüzyılda Filipin'de ylang ylang endüstrisi geriledi ve Komorlar dünyanın ana ylang ylang esansiyel yağı tedarikçisi oldu. Ylang ylang satışından elde edilen miktar günümüzde Komor Adaları'nın yıllık ihracat gelirinin tam olarak onda birine karşılık geliyor. Ylang ylang yağı biyokimyasal olarak, 150 kadar ayrı bileşik içerir.

Prof. Dr. Faruk Soydugan
[fsoydugan@comu.edu.tr

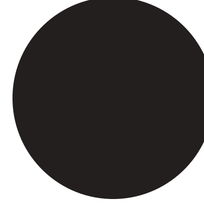
05 Mayıs
Dolunay



12 Mayıs
Son dördün



19 Mayıs
Yeni ay



27 Mayıs
İlkdördün



Gök Biliminde Amatör ve Profesyonellerin İş Birliği

Gökyüzü bir sahne ve aynı zamanda bir laboratuvar. Gökyüzü sahnesini sadece dolunay ve birkaç yıldızla hayal edenler de olabilir; gezegenleri, yıldızları, bulutsuları, komşu gök ada Andromeda'yı ve daha nicesini gözleyerek evrenin derinliklerinde dolaşanlar da… Gök bilimi, pek çok insanın ilgisini çeker ve bu nedenle amatörlerinin en fazla olduğu bilim dallarından biridir. Gökyüzüne bakan insanların hayranlıkla seyre daldığına şahit olmuşsunuzdur. İşte bu hayranlığını sorularla ileri seviyelere taşımaya çalışanlar amatör gök bilimci olmaya doğru ilerliyor. Neden her mevsimde farklı takımyıldızlar görüyoruz? Merkür'ü gözlemek neden zor? Venüs neden çok parlak? Güneş'in lekeleri nasıl oluşuyor? Evren ne kadar büyük? Bitmez sorular ve cevaplandıkça büyüyen evren merakı.

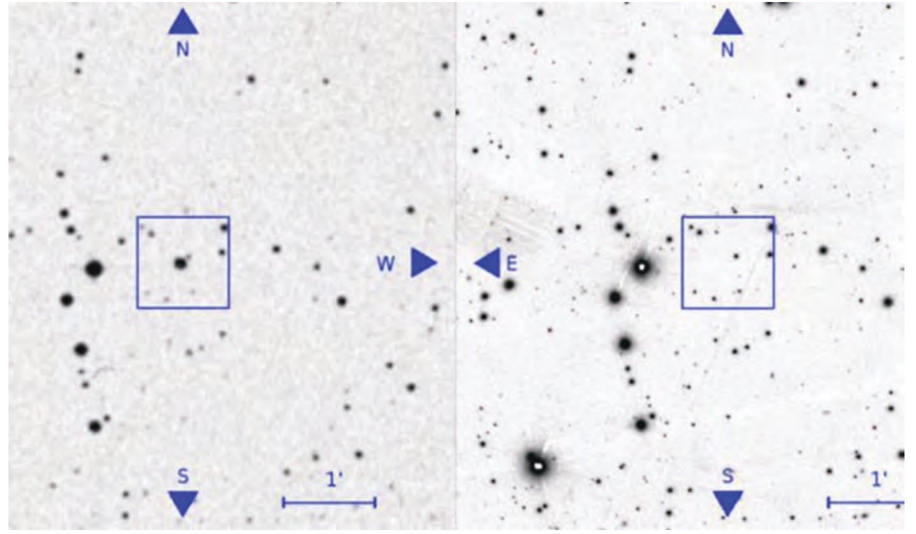


Matthew Dunford / Alamy

Doğal iki mercekli teleskoplarımızla devam eden gözlemlerimiz, önce gökyüzünü tanımakla başlıyor, sonrasında gök cisimlerinin hareketlerini anlamakla devam ediyor. Merakımız ısrarla sürerse, küçük çaplı bir teleskopla daha fazla nesne ve bazı Güneş sistemi nesnelerinin daha detaylı gözlemleri beraberinde geliyor. Messier maratonuna katılmaya doğru ilerleyen gözlem pratikleri, bazen fotoğrafçılıkla birleşiyor ve gözlem kayıtlarımız dijital kozmik fotoğraflar olarak internet ağlarında dolaşabiliyor. Mobil telefonla doğrudan ve/veya teleskopla beraber çekilen fotoğraflarla başlayan bu süreç, hassas takip yapabilen teleskoplara bağlanan profesyonel kameralarla alınan müthiş derin uzay nesnelerinin fotoğraflarıyla devam edebiliyor. Ülkemizde fotoğrafları dünya ölçeğinde büyük ilgi gören önemli astrofotoğrafçılar olduğunu söylemek gerekiyor. Gözle yaptığımız gözlemler (ister çıplak gözle olsun isterse teleskobun göz merceğinden gözle bakarak olsun) sadece hatıralarda kalıyor çünkü bu gözlemler sonradan tekrar bakmak ve işlemek üzere kaydedilmiyor. Fotoğraf çektiğimizde ise gözlemlerimizi kayıt altına almış oluyoruz. Üstelik kayıtta kullandığımız kamera çok duyarlı ise bu kayıtlar artık birer bilimsel veri deposu olarak kabul ediliyor.

Günümüzde amatör gök bilimciler, büyük çaplı teleskoplar kullanmasalar bile, gözlemlerinde ışık hassasiyeti yüksek kameralar

kullanarak bilimsel olarak işlenebilecek veri üretebiliyorlar. Böylece, bilimsel araştırmalara dâhil oluyorlar. Bunun yanında, teleskop ve/veya kayıt cihazları olmasa da gök bilimi araştırmalarında sorumluluk alabiliyorlar. Son 20-30 yıllık dönemde, gözlemsel gök bilimi araştırmaları için farklı ivmelenmeler yaşanıyor. Büyük/küçük çaplı teleskoplara bağlı hassas kameralarla yapılan gökyüzü tarama gözlemleri ve uydu teleskoplarla yapılan gözlemler bunlardan öne çıkanları. Bu gelişmeler, her ne kadar başta sadece profesyonel araştırmacıları ilgilendiriyor gibi görünse de aslında tam olarak öyle değil.



VASCO projesinde, 1950 yılında alınmış görüntüde (sol panel) görünen nesnenin yakın zamanda alınmış görüntüde (sağ panel) kaybolduğu belirlendi (Villarroel vd., 2020).

Gözlemsel gök bilimi tarihine bakıldığında, gözle yapılan gözlemlerle, yıldızlar parlaklıklarına göre sınıflanmış ve gökyüzü haritaları oluşturulmuş. Günümüzde de uydular ve Dünya yüzeyindeki teleskopların tüm gökyüzünü tarayan gözlemleri, gökyüzünün detaylı haritasını sunarken çok sayıda keşfi de beraberinde getiriyor. Diğer taraftan, sürekli çekilen çok hassas gökyüzü fotoğraflarını detaylı inceleyecek yeterli sayıda gök bilimci bulunmuyor. Amatör gök bilimciler, zamanla gökyüzünü görüntülerini işlemeyi öğreniyor ve bilimsel araştırmalara katkı sunabiliyorlar. Eğer makine öğrenmesi gibi güncel yazılım becerilerini de bu çalışmalara eklerseler, bilimsel projelerde önemli görevler alabilir ve keşifler yapabilirler. Basitçe, fotoğraf veya görüntü işleme diyebileceğimiz teknikler sayesinde, yıldızlardan gök adalara, süpernovalardan ötegezegenlere farklı gökcisimleri keşfedilebiliyor ve/veya onların ışık değişimleri belirlenebiliyor.

20-30 yıl öncesine gittiğimizde amatörler sadece kendi teleskoplarıyla yaptıkları gözlemleri sayesinde profesyonel araştırmalara katkı sunabiliyorken; günümüzde, erişebilir uydu verileri ve etkili yazılım becerileri sayesinde, teleskopları olmasa da bilimsel soruların cevaplanmasına destek sunabiliyorlar. Tabii ki amatörlerin yüksek nesne takip kabiliyeti olan teleskopları ve CCD (Charge-coupled device) kameraları kullanarak aldıkları görüntülerin önemi büyük. Bu ekipmanlarla aldıkları derin uzay görüntüleri sayesinde keşifler yapılıyor ve derin evren bilgilerimize katkı sunuluyor. Kullandıkları optik araçlar ve uzun poz süreleri, amatör gök bilimcilere profesyonellere göre farklı avantajlar sağlıyor. Gözledikleri geniş alanlarda sönük yayılmış gaz ve toz yapılarını, gök adaların kenar mahallelerindeki yıldız akıntılarını ortaya çıkarabiliyorlar. Örneğin, NGC 4449 düzensiz gök adası yakınındaki yıldız akıntısının keşfinde amatör teleskop ağının önemli rolü oldu. Derin uzaydaki bu tür akıntılar aynı zamanda cüce gök adaların belirlenmesi için de kullanılıyor. Amatör gök bilimcilerin araştırmalara başka bir katkısı, yaptıkları gözlemlerle Neptün üzerinde belirledikleri ve izledikleri leke alanlarıyla geldi. Amatör-profesyonel iş birliğiyle Neptün üzerindeki gözlenen bu lekeler, Jüpiter'in Büyük Kırmızı Leke işaretine benzer, atmosferindeki devasa fırtınaları takip etmenin yanında farklı enlemlerdeki rüzgârları haritalamak için kullanılıyor. Amatörler oldukça hassas gözlemleri yaparken çok uzun yıllardır Güneş sistemi gezegenleri, kuyruklu yıldızlar, asteroidler, meteorlar ve değişen yıldız gözlemlerine de devam edip profesyonel araştırmacılara ve bilimsel süreçlere katkı sunuyorlar.

Veri madenciliğinin önemli uygulamaları, uzay teleskopları ve yer tabanlı gökyüzü tarama gözlemleri kullanılarak yapılan araştırmalarda gerçekleştiriliyor. Uydu ve gökyüzü tarama gözlemlerinde büyük veri yığınları biriktirilir. Bu verinin analizi kısıtlı sayıda araştırmacıyla mümkün değildir. Veri analiz yöntemlerinde beceri ve birikime sahip amatör gök bilimciler, görüntü işleme süreçlerinde etkin rol alabiliyorlar. Dijitalleşme,

teknolojinin farklı yönlerde hızlı gelişmesi ve yazılım becerilerinde yapay zekâ tabanlı uygulamaların etkisi kendisini gök biliminin hem amatör hem de profesyonel tarafında çok hızlı gösteriyor. Amatör gök bilimcilerin profesyonel araştırmacılarla beraber çalışması için farklı yollar açılıyor.

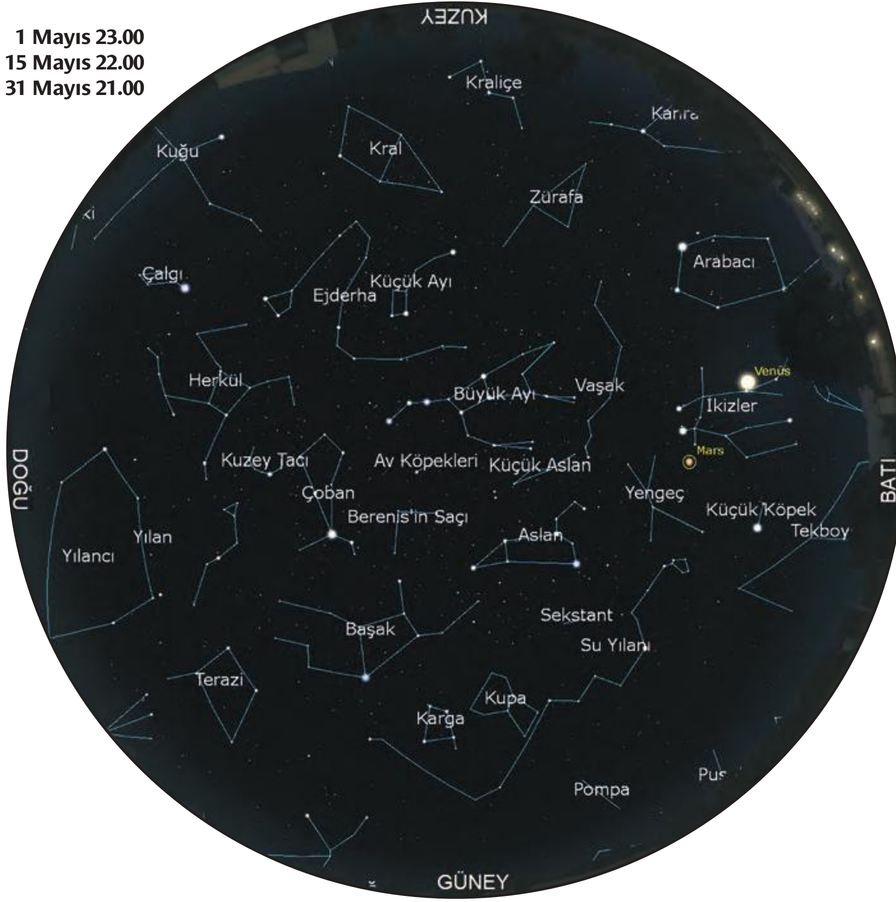
NASA'nın 2009 yılında fırlattığı Kepler ve 2018 yılı sonunda uzaya gönderdiği TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) uydu teleskoplarının amacı, Güneş sistemi dışında gezegenler keşfetmekti. Önce Kepler ve sonra TESS'in ötegezegen keşiflerinde rolü büyük oldu ve sayıları 5.000'i aşan ötegezegenlerin önemli bölümü bu iki teleskobun sağladığı veriler kullanılarak keşfedildi. Kepler sınırlı bir bölgede (Kuğu ve Çalgı takımyıldızları civarında) gökyüzünü sürekli taradı. TESS ise tüm gökyüzünü tarayarak görüntülerini kaydediyor. Her iki uzay teleskobunun verileri kısa sürede erişime açıldı, TESS'in yeni verileri de yayınlanmaya devam ediyor. Ötegezegenler üzerine araştırmalar yapan bilim insanları bu görüntüleri işlerken, gönüllü amatör gök bilimciler de farklı platformlar ve projeler oluşturularak bu ekosisteme dâhil oluyorlar. Örneğin, "Gezegen Avcıları" projesi (https://www.zooniverse.org/projects/nora-dot-eisner/planet-hunters-tess) bu şekilde geliştirildi ve gönüllülerin Kepler ile TESS uydu verilerinden ötegezegen araştırması yapmaları amaçlandı. Yüz binleri aşan gönüllü, veri madeninde çalışmaya başladı ve ilgili grup yaklaşık 100 ötegezegen adayını keşfetti. Amatör ve profesyonel gök bilimcilerin güçlerini birleştirdiği başka bir proje, kaybolan veya yeni ortaya çıkan yıldızların veya nesnelerin belirlenmesi üzerine planlandı. VASCO (Vanishing & Appearing Sources during a Century of Observations) olarak isimlendirilen proje, tüm gök bilimi meraklılarına açıldı. Projenin amacı, 1950'li yıllarda Amerika Naval Gözlemevinde yapılan tüm gökyüzü tarama gözlem görüntülerinin, ilk verileri 2016 yılında erişime açılan Pann-Starss (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System) gökyüzü tarama projesinin görüntüleriyle karşılaştırılmasıyla, görüntülerde kaybolan veya yeni ortaya çıkan gök cisimlerinin keşfedilmesidir. Gök bilimi alanında yapılan bilimsel bir araştırmayı, toplumdaki tüm ilgililere açmayı hedefleyen projelerden biri olan VASCO (https://vascoproject.org/) kapsamında çok sayıda amatör gök bilimci evrenin derinliklerinde iz sürdü. Yaklaşık 70 yıllık zaman farkında gökyüzünün aynı bölgesinde kaybolan ve yeni ortaya çıkan (örneğin sönen veya yeni ortaya çıkan süpernova, novalar, kara deliğe çöken yıldızlar, flare yıldızları, aktif gök ada çekirdekleri) yaklaşık 800 kadar nesne belirlendi.

Amatör ve profesyonellerin birlikte önemli araştırmalara imza attığı örnekler gün geçtikçe artıyor. Teleskop ve duyarlı kameralarla gözlem yaparak araştırmalara katkı sağlanabildiği gibi, uydu veya yer tabanlı önemli teleskoplarla elde edilmiş ve erişilebilir gökyüzü görüntülerinin analizlerini yaparak da bilime destek olmak mümkün. Ülkemizde de bu tür topluma ve amatörlere dönük projeler geliştirilip bilimsel dayanışma örnekleri sunulabilir. Astrofotoğrafçılık alanında önemli seviyeye ulaşan amatör gök bilimcilerle birlikte araştırma seviyesinde de birliktelik sağlanarak bilim-toplum etkileşmesi ve buluşması için önemli bir köprü kurulabilir.

Eta Aquariid (Kova) Gök Taşı Yağmuru

Eta Aquarid meteorları her yıl mayıs ayının ilk günlerinde zirve yapar. Dünya atmosferine giriş hızları saniyede yaklaşık 66 km olan bu gök taşları, 15 Nisan ile 27 Mayıs 2023 tarihleri arasında gözlenebilir. Hem kuzey hem de güney kürede gözlenen bu gök taşları, Güney Yarım Küre'de ufuktan daha yukarıda görülebilir. Kuzeyde ise bu meteorların gökyüzündeki izleri, ufukta Dünya yüzeyini neredeyse sıyırıyormuş gibi görünür. Yağmurun kaynağı, meşhur kuyruklu yıldız Halley'dir. Halley, Güneş'e yaklaştığında uzaya buz ve kayaç tabakası bırakır. Ardında âdeta tozlu ve taşlı bir yol oluşturan bu kopuş, Dünya'nın bu bölgeden geçmesi sırasında meteor yağmuruna dönüşür. Dünya, Halley'ın artıklarından oluşan bu bölgeyi yılda iki kez keser. Bu karşılaşma mayıs ayında Eta Aquariid, ekim ayında ise Orionid yağmurlarının oluşmasına yol açar. 15 Nisan ile 27 Mayıs tarihleri arasında gözlenebilecek meteor yağmurun en yoğun seyredeceği tarih 5-6 Mayıs gecesi olacak. Yağmurun zirve gecesinde Ay'ın dolunay evresinde olması daha az sayıda meteor gözleneceği anlamına geliyor. Gözlenecek yağmur, Kova (Aquarius) Takımyıldızı'nın Eta Aqr yıldızına yakın bölgeden çıkıyor görünecek (çıkış noktası koordinatları: sağ açıklık = 338^{o} ve dik açıklık = -01^{o}).

https://astronomy.com/magazine/news/2022/01/studying--galaxies--with-amateur-images
https://www.space.com/37395-amateur-astronomers-reveal-mysteries-of-neptune.html
https://www.zooniverse.org/projects/nora-dot-eisner/planet-hunters-tess
https://www.space.com/vasco-vanishing-stars-citizen-science-project
https://vascoproject.org/
https://www.smithsonianmag.com/air-space-magazine/stellar-mystery-how-could-100-stars-just-vanish-180973821/
https://www.space.com/astronomy-space-for-amateurs
B. Villarroel, J. Soodla, S. Cameron vd., "The Vanishing and Appearing Sources during a Century of Observations Project. I. USNO Objects Missing in Modern Sky Surveys and Follow-up Observations of a "Missing Star", Astronomical Journal, 159:8, 2020



Ayın Önemli Gök Olayları

05 Mayıs Yarı gölgeli Ay tutulması (18.15- 22.30)
11 Mayıs Ay Dünya'ya en yakın konumunda (369.343 km)
13 Mayıs Ay ve Satürn birbirlerine yakın görünümde
17 Mayıs Ay, Merkür ve Jüpiter gün doğumundan önce doğuda birbirlerine yakın görünümde
18 Mayıs Ay ve Merkür gün doğumundan önce doğu ufkunda birbirlerine çok yakın görünümde
23 Mayıs Ay ve Venüs gün batımında batıda birbirlerine çok yakın görünümde
24 Mayıs Ay ve Mars gün batımında batıda birbirlerine çok yakın görünümde
26 Mayıs Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.511 km)



13 Mayıs gün doğumunda doğu gökyüzü

Gezegenler

Merkür: Ayın ilk haftasından itibaren Güneş'in batısına geçmeye başlayacak. Sabahları gün doğumundan önce ufuktan yeterince yükselmesi ve rahat gözlenebilmesi için mayıs ortasını beklemek gerekecek. Ayın sonuna doğru parlaklığını hafifçe arttırmış olan gezegene Jüpiter, teleskoplu gözlemciler için de Uranüs eşlik edecek.

Venüs: Ay boyunca gün batımında batı gökyüzünde bulunacak olan gezegen yine son derece parlak. Günler ilerledikçe gökyüzünde Mars'a yaklaşmaya devam edecek ve geçtiğimiz ay olduğu gibi bu ayın 23'ünde de Ay'a çok yakın görünecek. Mayıs sonundan itibaren gezegenin gözlem süresi yavaş yavaş kısalmaya başlayacak.

Mars: Ayın başında kızıl gezegen artık gün batımında gökyüzünün batı bölgesine geçmiş durumda ve gözlem için çok uygun bir yükseklikte. Günden güne yıldızlara göre konumu batıya doğru ilerleyecek. Mayısın son haftasına doğru artık gece yarısına kadar gözlenebilir olacak. Ayın 24'ünde Ay ile yakın görünecek ancak parlaklığı biraz daha azalmış olacak.

Jüpiter: Sabahları gün doğumundan önce doğu ufkundan yükselmiş olan gezegenin gözlem süresi yavaş yavaş artıyor. Yakınındaki Merkür ile birlikte mayıs sonuna doğru iki saate varan sürelerle sabaha karşı parlak bir şekilde doğu gökyüzünde olacak.

Satürn: Halkalı gezegen ayın başlarında gün doğumundan önce doğuda iki saate varan sürelerle gözlenebilir. Günler ilerledikçe gözlem süresi de yavaş yavaş artacak ve gözlem için daha uygun yüksekliklere gelecek. Mayıs sonunda ise gece yarısından yaklaşık iki saat sonra doğudan yükselecek.

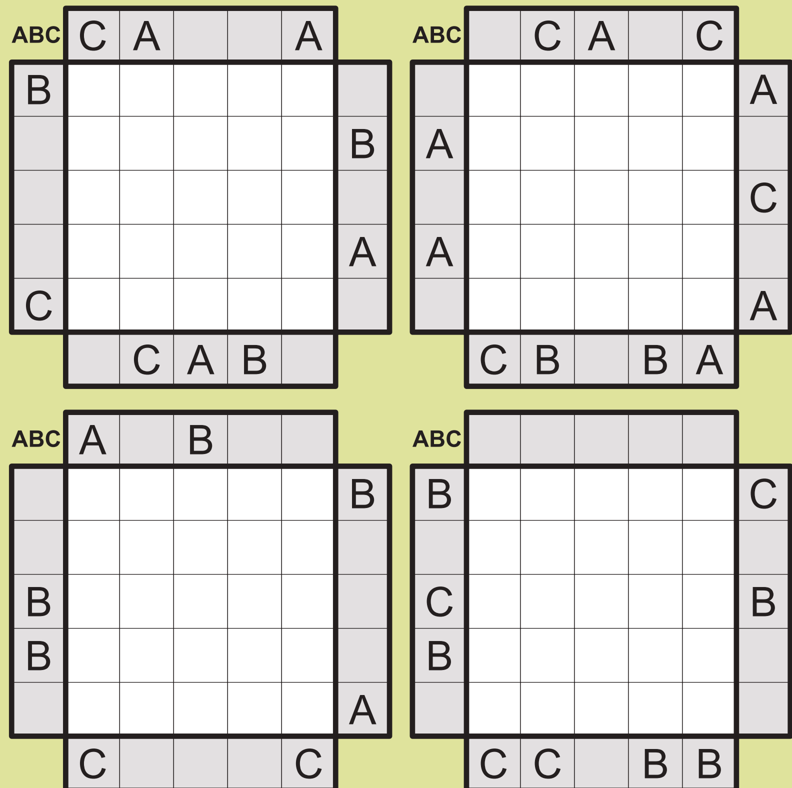
Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

Ayın Oyunu:
ABC Kadar Kolay

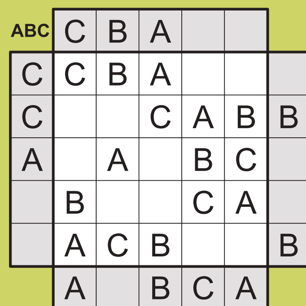
ABC Kadar Kolay Oyununun Kuralları

Diyagramın sol üstünde verilen harflerin her birini satır ve sütunlarda birer kez kullanarak diyagramı doldurun.

Diyagramın dışındaki harfler, o yönden bakıldığında görülen ilk harfleri göstermektedir.

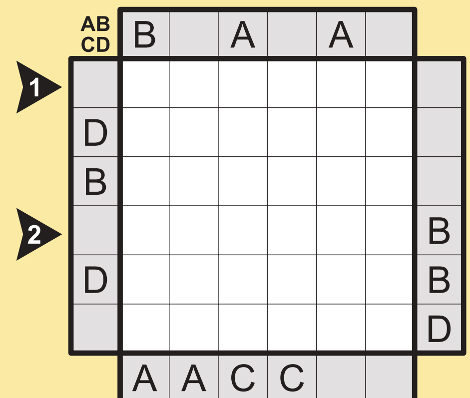


ABC Kadar Kolay - Örnek Çözüm



Ödüllü soru

▼ ABC Kadar Kolay sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Doğadaki Son Çocuk* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin Facebook ve Twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Farklı Komşular sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi Facebook ve Twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.



Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı CBAXX şeklinde yazılmalıdır.

Domino Avı: Diyagrama yerleştirilen domino taşlarının çizgileri silinmiştir. Dominoları birbirinden ayıran çizgileri yeniden çizin. Diyagrama yerleştirilen domino taşlarının kopyaları diyagramın altında verilmiştir.

5	3	2	6	1	0	4	0
1	5	2	1	5	3	3	4
6	6	3	0	4	2	0	1
3	4	4	6	6	6	0	6
0	3	3	4	5	4	5	4
2	1	1	1	5	0	3	6
5	2	2	5	0	2	2	1

1|1 2|2 3|3 4|4 5|5 6|6
1|2 2|3 3|4 4|5 5|6
1|3 2|4 3|5 4|6
1|4 2|5 3|6
1|5 2|6
1|6

4	0	2	0	2	5	1	0
6	5	5	3	3	5	4	4
6	6	1	1	6	0	0	4
2	3	2	6	1	3	0	1
2	4	5	5	2	4	4	5
4	1	3	5	6	0	3	1
3	3	2	0	6	6	1	2

1|1 2|2 3|3 4|4 5|5 6|6
1|2 2|3 3|4 4|5 5|6
1|3 2|4 3|5 4|6
1|4 2|5 3|6
1|5 2|6
1|6

Domino Avı
Örnek Çözüm

2	4	5	3	5	2
4	4	3	4	5	2
4	5	5	5	3	2
1	1	3	3	1	1
1	4	1	3	2	2

1|1 2|2 3|3 4|4 5|5
1|2 2|3 3|4 4|5
1|3 2|4 3|5
1|4 2|5
1|5

Oklar: Tablodaki bazı okları öyle karalayın ki her bir ok tam olarak bir tane karalanmış oku gösteriyor olsun.

↘	↘	→	→	↘	↙
↗	→	↓	↖	↘	↖
→	→	←	→	↗	↓
↓	↓	↓	↗	↑	↙
↘	→	↑	↙	↓	←
↑	↗	↑	↖	↖	↖

→	↙	←	↙	↘	←
↘	←	↙	→	→	↓
↗	↖	↖	↖	↙	↓
→	↗	↙	←	↓	←
↗	←	↖	↖	←	↙
↗	→	→	→	↑	↖

Hazine Avı
Örnek Çözüm

↘	**←**	**↓**	↙
↓	↖	**↑**	**←**
→	↑	→	**←**
↗	**↗**	→	**←**

Geçen Sayının Çözümleri

2	4	2	3	1	2
1	3	1	4		4
2	4	2		2	3
1		1	3	1	
	3	2		2	
4			1		3

4		1		3	4
3	2	3	2		2
1	4	1	4	1	4
2	3	2	3	2	3
1		4		1	
	2	1	3	2	

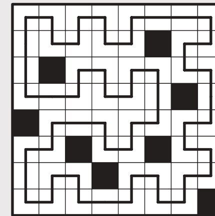
2	3	1		4	2
	4	2		3	
1		1		4	1
2		3	2	3	2
3	1	4	1	4	1
4	2		2		2

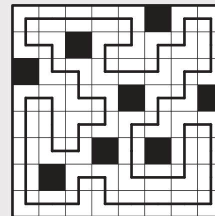
2		3	2	4	2
1		4	1	3	1
3	2	3	2		2
1	4			1	4
3	2	1	4	3	
	4	3			2

Farklı Komşular

3	2		3	2	
	1	4	1	4	1
4	2	3	2	3	2
3	1	4	1	4	1
	2	3		2	3
1		4	1		4

Ödüllü Soru:
Farklı Komşular





Patika

💎		1	1		1		💎
2			💎	2	💎	3	💎
💎	2		2		2		1
2		💎	1	1	💎	2	
💎	2	1			4	💎	
2		1		💎	💎	3	2
💎		1	💎		3		💎
💎	2			2	💎	3	💎

💎	2	💎	2	💎	2	💎	
2		2				2	
1	💎			2	💎		
	2		💎	2		3	💎
	💎	3			1		💎
3	💎			1		💎	3
💎	3	2		💎		💎	3
		💎	3	💎		2	💎

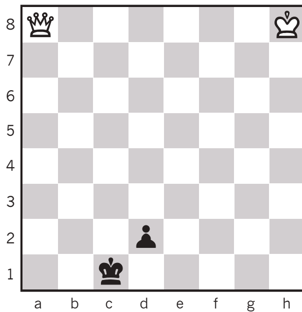
Hazine Avı

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr

Satranç Etütlerinde Sistematik Manevra

Satrançta "sistematik manevra" istenen konum elde edilinceye kadar aynı manevranın arka arkaya yinelenmesi diye tanımlanabilir. Oyun sonlarında sistematik manevraya sıklıkla başvurulur. Örneğin herkesin bildiği gibi şah ile vezire karşı şah ile piyon oyun sonunda üstün taraf sistematik bir şekilde kendi şahını rakip piyona yaklaştırarak oyunu kazanır (Diyagram 1):

Diyagram 1



Beyaz oynar ve kazanır.

Siyah piyonun vezir çıkmasına beyazın izin vermemesi gerektiği çok açık. O hâlde derhal şah çekmeli:

1. Va1+ Şc2 2. Va4+ Şc1 3. Vc4+ Şb2 4. Vd3 Şc1 5. Vc3+ Şd1 6. Şg7!

Piyonun siyah şahla bloke olmasını fırsat bilen beyaz, kendi şahını yaklaştırır.

6…Şe2 7. Vc4+ Şe1 8. Ve4+ Şf2 9. Vd3 Şe1 10. Ve3+ Şd1 11. Şf6!,vs.

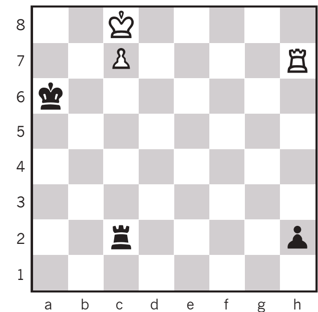
Temel fikir anlaşılmıştır: Beyaz vezir uygun noktadan şah çekerek siyah şahı kendi piyonunu bloke etmeye zorlar ve bu tek hamlelik blokajdan yararlanarak kendi şahını siyah piyona yaklaştırır. Aynı manevrayı defalarca tekrarlayarak şahını adım adım siyah piyonun bitişiğindeki bir kareye (örneğin e3'e) getirir. Sonra da veziriyle piyonu alır!

Burada en basit hâliyle izlediğimiz sistematik manevra, satranç etütçülerinin gözde fikirlerinden biridir. Örneğin, bütün zamanların en güçlü oyuncularından biri olan, 1894-1921 yılları arası Dünya Satranç Şampiyonu Emanuel Lasker, bu tür etütlerin en ünlülerinden birini kurmuş (Diyagram 2):

Diyagram 2

Emanuel Lasker

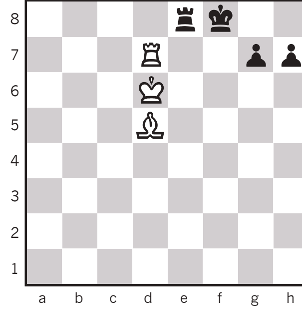
Deutsches Wochenschach, 1890 (versiyon)



Beyaz oynar ve kazanır.

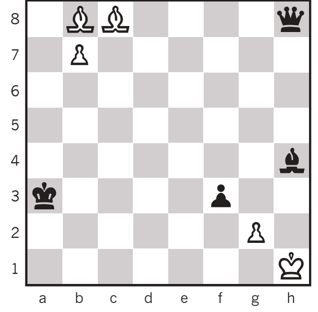
funky-data / iStock

Diyagram 3
V. Prinev
64, 1989



Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 4
Velimir Kalandadze
Nadareishvili Jübile Turnuvası, 1991
Birincilik-İkincilik Ödülü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Çözüm:

1. Şb8 Kb2+ 2. Şa8 Kc2 3. Kh6+ Şa5
3…Şb5 4. Şb8+-
4. Şb7 Kb2+ 5. Şa7 Kc2 6. Kh5+ Şa4 7. Şb6 Kb2 8. Şa6 Kc2 9. Kh4+ Şa3
9…Şb3 10. Şb7+-
10. Şb6!!
Bize göre etüdün bu en önemli hamlesi, siyahı zugzwang'da bırakıyor!
10…Kb2+
10…Şa2/b2 Kxh2+-; 10…Şb3 11. Şb7+-. Diğer yandan, siyah kalenin diğer hamlelerinde beyaz ya 11. c8=V ya da 11. Kxh2 ile kazanırdı.
11. Şa5! Kc2 12. Kh3+ Şa2 13. Kxh2! ve kazanır.
Burada 13. Şb6? yanlış olurdu: 13…Şb1! 14. Kxh2 Kxh2 15. c8=V Kb2+ ve siyah sürekli şah ile beraberliği sağlardı.
Bu etütte beyazın birbirinin aynısı olan manevralar dizisiyle siyah şahı tedricen ikinci yataya oynamaya zorladığını, sonra da siyah kalenin göreceli açmazda kalmasından yararlanarak piyonu aldığını görüyoruz.

Beyazın materyal üstünlüğü var ancak oyunu kazanmak için sabırla bir sistematik manevra yürütmek zorunda.

Çözüm:

1. Kf7+ Şg8 2. Ke7+ Şf8 3. Kd7 h6
Kale hamleleri işe yaramaz. Örneğin 3…Kc8 4. Kf7+ Şe8 5. Kxg7! Kd8+ 6. Şe5 Şf8 7. Kxh7 Şe8 8. Şf6+-. Eğer 3…g6 4. Kxh7 Ke1 (4…Kd8+ 5. Şe5! Kc8 6. Şf6+-) 5. Kf7 Şe8 6. Kf6 Kd1 7. Ke6+ Şf8 8. Kxg6+-.

4. Kf7+ Şg8 5. Ke7+ Şf8 6. Kd7 h5 7. Kf7+ Şg8 8. Ke7+ Şf8 9. Kd7 h4 10. Kf7+ Şg8 11. Ke7+

11…Kf4+? Şh7 12. Ff7 g5!=

11…Şf8 12. Kd7 h3 13. Kf7+ Şg8 14. Kf3+ Şh7 15. Ff7 ve beyaz kazanır (beyaz 16. Fxe8 ve 16. Kxh3# ile tehdit ediyor).

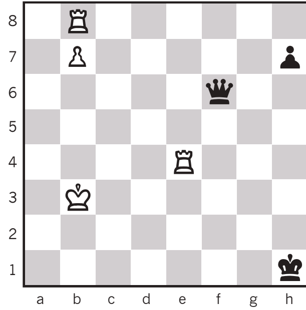
Siyahın daha baştan çok kuvvetli bir tehdidi var:
1…Fg3+ 2. Şg1 Va1#. Eğer 1. Fh2 Va1+ 2. Fg1 f2 ve siyah kazanır.

Çözüm:

1. Fd6+ Şa4 2. Fd7+
2. b8=V? Fg3+ 3. Şg1 Vd4+ 4. Şf1/h1 Vd1#
2…Şa5 b8=V Vxb84. Fxb8 f2 5. Fc7+ Şa6 6. Fc8+ Şa7 7. Fb8+! Şb6
7…Şxb8? 8. Fa6=
8. Fc7+ Şb5 9. Fd7+ Şc5 10. Fd6+ Şc4 11. Fe6+ Şd4 12. Fe5+ Şd3 13. Ff5+ Şe3 14. Ff4+ Şe2 15. Fg4+ Şe1 16. Fg3! Fxg3 17. Fe2 Şxe2 pat!
Size sistematik manevrayla ilgili üç örnek sunduk, umarız beğenmişsinizdir.
Ayın soruları olarak, yine sistematik manevra içeren iki etüdün çözümünü de size bırakıyoruz.

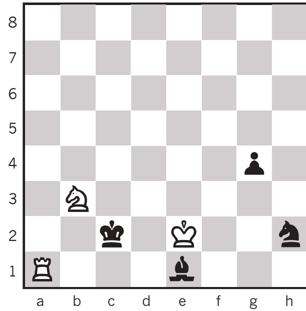
Ayın Problemleri

Diyagram 5
John Beasley
The Problemist, 1972
Üçüncü Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 6
Mark Liburkin
Shakmaty v SSSR, 1918
Dördüncülük Ödülü



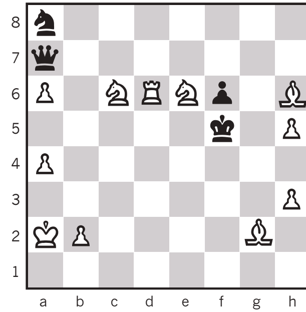
Beyaz oynar ve kazanır.



Emanuel Lasker (1868-1941)

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Diyagram 7
Henry D'Oyly Bernard
The Western Morning News and Mercury, 1928



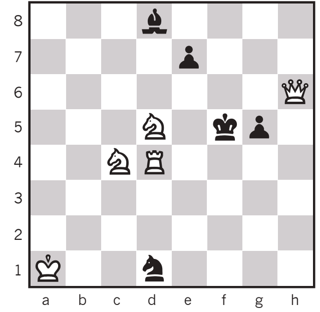
Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Geçtiğimiz ay, satranç problemlerinin nasıl çözülebileceğine ilişkin bazı ilkeleri sizlerle paylaşmıştık. Yukarıdaki problemi de gene aynı anlayışla çözmeye çalışalım:

Dikkatimizi ilk çeken, siyah vezirin kritik konumu. Vezir bu konumda iken g7 ve d4 karelerini koruyor. Yapacağı herhangi bir hamle bu karelerin birinin, hatta ikisinin de denetimsiz kalmasına yol açar ve beyaz ya Ag7# ya da A(e)d4# ile mat eder. Siyah atın yapabileceği yalnızca iki hamle var, eğer 1…Ac7 oynarsa 2. Ag7#, 1…Ab6 oynarsa 2. A(e)d4# var. O hâlde konumumuz bir "tam blok" konumu, yani siyahın yapabileceği herhangi bir hamleye karşı beyazın hazır matları var (aslında bu biraz dikkatsiz bir değerlendirme, biraz sonra göreceğiz). Yani beyazın tek yapması gereken konumun tam blok özelliğini bozmayan bir bekleme hamlesi oynamak. Örneğin 1. a5'i deneyelim. Şimdi bizi bir sürpriz bekliyor: 1…Vf7! Evet, siyah vezir d4'ü boşta bıraktı ama zararı yok, çünkü e6'daki at açmazda… Demek ki, bu bir tam blok değil, bir tam olmayan blok durumuymuş (incomplete block), çünkü 1…Vf7 hamlesi gözümüzden kaçmış. Bu noktada zihnimiz aydınlanır ve 1. Ff4! hamlesini buluruz. Daha önce e5'i koruma görevi olan c6'daki at artık serbesttir ve siyah vezirin herhangi bir hamlesinden sonra e7 ya da d4'ten mat edebilir. Çözümü şöyle özetleyelim:

1. Ff4! (zugzwang)
a) 1…V~ 2. Ae7# ya da 2. A(c)d4#;
b) 1…A~ 2. 2. Ae7# ya da 2. A(c)d4#.

Diyagram 8
William B. Rice
Good Companion, 1915



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Dikkatli bir inceleme buradaki konumun gerçekten de bir tam blok olduğunu gösterir:
1…A~ 2. A(x)e3#;
1…g4 2. Kf4#;
1…e5 2. Ad6#;
1…e6 2. Vh7#;
1…F~ 2. Axe7#.
Ne kadar uğraşsak da bu tam blok durumunu koruyan bir bekleme hamlesi bulamıyoruz. O hâlde anahtar hamlemiz bir tehdit içermeli:
1. Af4! (tehdit 2. Ve6#)
a) 1…Şg4 2. Vh3#;
b) 1…g4 2. Vg6#;
c) 1…gxf4 2. Kxf4#.
Problem çözmekte tecrübeli olanları bile şaşırtabilecek güzellikte bir kurgu… Anahtar hamle bir tam blok problemini tehdit problemine dönüştürmekle kalmıyor, aynı zamanda siyah şaha kaçış yolu da (burada g4 karesi) sağlıyor!

Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

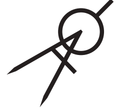
Bu ay:
Başıma Yıldırım Düştü



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Torbalardaki ve Keselerdeki Altın Tozu Miktarları



Ali Baba haramiler tarafından mağarada alıkonulmuştur. Haramiler onu mağarada 18 gün tutacaklarını fakat ona sunacakları bir şartı yerine getirirse alıkonma sürecinin kısaltılabileceğini söylerler. Bu şarta göre, haramiler altı adet torbanın her birine, herhangi ikisindeki altın tozu miktarları birbirinden farklı olmak üzere, istedikleri miktarda altın tozu koyarlar. Bundan sonra Ali Baba'ya torbaların her birindeki altın tozu miktarını söylerler ve ona üç tane kırmızı, üç tane beyaz, üç tane mavi ve üç tane de yeşil boş kese verirler.

Ali Baba kendisine verilen bu 12 keseden her birine istediği miktarda altın tozu koyar. Fakat haramilerin kurallarına göre, aynı renkli keselere eşit miktarda altın tozu koymak zorundadır. Son olarak, Ali Baba haramilerin doldurduğu altı torbanın her birinin karşısına kendi doldurduğu keselerden ikisini yerleştirir ancak yine kurallara göre, haramilerin hazırladığı torbalardan her birinin karşısına yerleştirilen iki kesenin rengi birbirinden farklı olmak zorundadır.

Ali Baba 12 keseyi doldurup torbaların karşısına yerleştirdikten sonra haramiler bunların içindeki altın tozu miktarını kıyaslamaya başlarlar. Kurallara göre, haramilerin altı torbasının her biri için, bu torbadaki altın tozunun ağırlığı ile torbanın karşısında bulunan iki kesedeki toplam altın tozu ağırlığı eşitse Ali Baba 3 puan alır; torbadaki altın tozunun ağırlığı, torbanın karşısında bulunan iki kesedeki toplam altın tozu ağırlığından az ise 1 puan; torbadaki altın tozunun ağırlığı torbanın önündeki iki kesedeki toplam altın tozu ağırlığından fazla ise 0 puan alır.

Tüm puanlar hesaplandıktan sonra, Ali Baba'nın altı torbanın her biri için aldığı puanlar toplanır ve genel puanı ortaya çıkar. Ali Baba'nın mağarada alıkonacağı gün sayısı, topladığı genel puan sayısı kadar gün azaltılabilir.

Buna göre, haramiler altı torbaya konulacak altın tozu miktarlarına nasıl karar verirlerse versinler, Ali Baba ödevini en iyi şekilde yaparak mağaradan kaç günde kurtulmayı garantileyebilir?

Ali Baba'nın haramilere rağmen mümkün olan en yüksek puanı nasıl kazanması gerektiğini açıklayın ve onun neden bundan daha fazla puanı her durumda kazanmayı garantilemeyeceğini kanıtlayın.

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

NE YAZIYOR?

Aşağıdaki şekilde ne yazıldığını bulunuz.



BOYACILAR

Arda, Burhan ve Cemil adlarında üç boyacı bir odanın duvarlarını boyamak üzere hesaplamalar yapmaktadır. Eğer Arda ile Burhan birlikte boyarlarsa duvarlar 10 dakikada boyanmış olacaktır. Arda ile Cemil boyarlarsa bu süre 12 dakika, Burhan ve Cemil boyarlarsa da 15 dakika olacaktır.

Üçü birden boyarlarsa bu işlem kaç dakikada gerçekleşir? Boyacıların tek başlarınayken ve birlikte çalışırlarken performansları aynıdır.

BEŞ RAKAM

1, 2, 3, 4 ve 5 rakamlarını birer kez kullanarak öyle iki sayı oluşturun ki, çarpımları maksimum olsun.

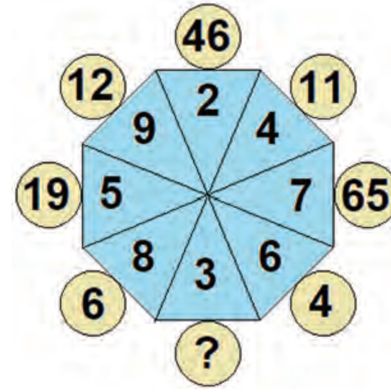
ŞİFRELİ ATASÖZÜ

Bir atasözündeki her sesli harf başka bir sesli harfle, her sessiz harf de başka bir sessiz harfle değiştirilerek ve boşluklar çıkartılarak aşağıdaki şekilde yazılmıştır. Şifreyi çözerek atasözünü bulunuz.

MUNTUSLÜVBSEBIMIZLUYUDDOÜDAN

SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine hangi sayı gelecek?



A)13 **B)**23 **C)**33 **D)**43 **E)**53 **F)**63

SON SAYI

Bu tablonun 999. satırına gelecek olan sayıyı bulunuz.

1	9999
2	9996
3	9993
...	...
999	?

İKİ EŞİTLİK

Aşağıdaki iki eşitliği sağlayan A, B ve C tam sayılarını bulunuz.

$$\frac{A! - B!}{C!} = 16$$

$$\frac{B}{A - C} = 2$$

PİYONLAR

8 adet piyonu 4x4 karelik bir satranç tahtasına öyle yerleştiriniz ki, her sırada ve her kolonda tam olarak ikişer piyon bulunsun.



Bu işlem kaç farklı biçimde yapılabilir?

Örnek:
Eğer soru 3x3 karelik bir tahta ve 6 piyon için sorulsaydı cevap 6 olacaktı.

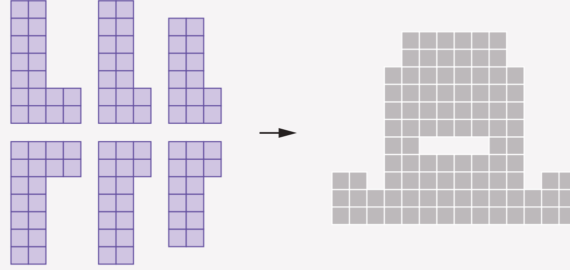


SINAV SORUSU

Üç öğrenci sınavda sorulan bir soruyu çözmeye çalışmaktadır. Soruyu doğru çözme olasılıkları birinci öğrenci için 2/3, ikinci öğrenci için 1/3, üçüncü öğrenci için ise 1/6'dır. Bu sorunun en az bir öğrenci tarafından doğru çözülme olasılığını hesaplayınız.

ALTI "L"

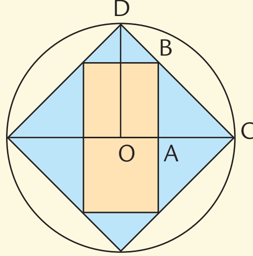
Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

DAİRE VE KARELER

6 birimdir.

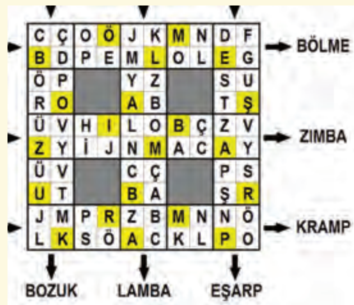


Karenin alanı 16 birim kare olduğuna göre AB=4 birim.
OD karenin kenarını iki eşit parçaya böldüğü için OA=2 birim.
ABC üçgeni ikizkenar üçgen olduğu için AC=AB=4
Dairenin yarıçapı=OC=OA+AC=2+4=6 birim.

KOD ÜRETİMİ

4 kod üretilebilir.
Örnek:
1234, 2413, 3142, 4321

HARF SEÇ



SORU İŞARETİ

C gelecek.
Aynı uzunlukta akrep ve yelkovanı olan bir saat kadranı. Saat 12, 9, 6, 3, 12 biçiminde devam ediyor.

SAYI ÜRETİMİ

3689740

DENKLEMLER

İki çözüm var:

x=1, y=3
x=-1, y=-3
ilk denklem 2 ile çarpılır
$4x^2+2xy=10$ (1)
$y^2+2xy=15$ (2)
Bu iki denklemin toplamı=
$4x^2+4xy+y^2=25$
$(2x+y)^2=25$
$(2x+y)=\mp 5$
Farkları=
$4x^2-y^2=-5$
$(2x-y)(2x+y)=-5$
(2x+y) yerine 5 ve -5 konarak çözüme ulaşılır.

BOŞ DAİRELER

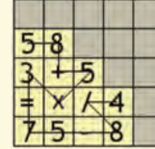
E
Üç renk var (L:Lacivert, S:Sarı, K:Kırmızı)
-Üstteki iki daire farklı renk ise alttaki daire üçüncü renk oluyor.
-Üsteki iki daire aynı renk ise alttaki renk için kural:

L+L=S
S+S=K
K+K=L



İŞLEM TURU

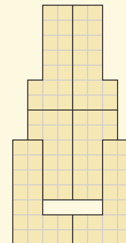
58+5*3=75-8/4



OKULA GİDİŞ

Evi ve okulu arasındaki mesafe 1.500 metredir.
Zaman=Yol/Hız
H1=3/60 km/dakika
H2=5/60 km/dakika
Z1=Y/(3/60)
Z2=Y/(5/60)
Z1-Z2=20Y-12Y=8Y=12
Y=1,5 km.

ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Doğadaki Son Çocuk



Richard Louv
Çeviri: Ceyhan Temürcü

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2021 (7. Basım)

Çocuklarının doğayla anlamlı bir bağ kurmadan büyüyen bir kuşağa ait olmasını istemeyen anne babaların başucu kitabı olan *Doğadaki Son Çocuk*, tüm dünyada hızla yayılan doğaya dönüş hareketinin biçimlenmesinde ve yaygınlaşmasında önemli roller üstlenmiş bir kitap. Bu kitapta çocuklarda ve gençlerde obezite, dikkat bozukluğu ve depresyon gibi vakalarda büyük artış yaşanması ile çocukların yaşamında doğanın giderek daha az yer alması arasında bir ilişki olduğu örneklerle kanıtlanırken, aynı zamanda içinde bulunduğumuz bu durumu tersine çevirebilecek bir yol haritası da sunuluyor. Ayrıca, doğada zaman geçirmenin çocukların sağlığını geliştirebileceği, yenilikçi ve sıra dışı düşünme becerilerini teşvik edebileceği, düşünme yetilerini keskinleştirebileceği ve çevreye karşı duyarlı olmalarına yardım edebileceği de vurgulanıyor.

Gökyüzünde - Doğadan İlham Alan Tasarımlar



Harriet Evans
Çeviri: Meryem Tuğba Pekşen
Çizer: Gonçalo Viana

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
9 yaş +, 2022 (1. Basım)

Bilim insanları, en güzel icatlar için sıklıkla doğayı örnek alır. Bu icatları ve ilham kaynaklarını keşfedin ve hayal gücünüzün gökyüzünde dolaşmasına izin verin. Wright Kardeşler'in ilk uçağından Eiji Nakatsu'nun yüksek hızlı trenine, doğanın muhteşem icatları nasıl etkilediğini keşfedin. Göz kamaştıran kuşlarla, gürültücü yarasalarla ve birbiriyle iletişimi kesmeyen ağaçlarla tanışın. Arıların dansından kelebeklerin ışıltısına kadar, yeni teknolojiye ilham olan bu dünyayı yakından tanıyın.

Doğa Kartları – Kuşlar



Emily Bone
Çeviri: Bahtiyar Kurt

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
8 yaş +, 2021 (3. Basım)

Bu rengarenk ve bilgi dolu kartlarda sık rastlanan 30 kuş tanıtılıyor. Kuşları tanımlamanızı kolaylaştırmak için kartların ön yüzünde büyük resimler var. Arka yüzdeyse kuşlara ait bilgiler ve detaylı çizimler bulunuyor.

Doğa Kartları – Çiçekler



Megan Cullis
Çeviri: Şermin Korkusuz Aslan

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
8 yaş +, 2021 (2. Basım)

Bilgi dolu bu renkli kartlarda, çevremizde en sık karşılaştığımız 30 çiçek tanıtılıyor. Kartların ön yüzündeki canlı çizimler, çiçekleri görür görmez tanımanızı kolaylaştıracak. Kartların arka yüzünde ise çiçeklere ilişkin ilginç bilgiler ve daha ayrıntılı çizimler bulacaksınız.

Doğa Kartları - Minik Hayvanlar



Emily Bone
Çeviri: Şermin Korkusuz Aslan
Çizer: Jenny Cooper

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
8 yaş +, 2021 (3. Basım)

Çevremizde en sık karşılaştığımız 30 minik hayvanı tanıyor ve onların renkli dünyasına yolculuğa çıkıyoruz.

Doğa Kartları – Ağaçlar



Struan Reid
Çeviri: Şermin Korkusuz Aslan
Çizer: Bradley Clark

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
8 +, 2021 (2. Basım)

Bilgi dolu bu renkli kartlarda, çevremizde en sık karşılaştığımız 30 ağaç tanıtılıyor. Kartların ön yüzündeki çizimler, ağaçları görür görmez tanımanızı kolaylaştıracak. Kartların arka yüzünde ise ağaçlara ilişkin ilginç bilgileri bulacaksınız.